

10

Fecha de presentación: diciembre, 2022

Fecha de aceptación: febrero, 2023

Fecha de publicación: abril, 2023

ESTADÍSTICA

MEDIANTE PROBLEMAS Y PROYECTOS PARA LA FORMACIÓN INVESTIGATIVA DEL MÁSTER EN EDUCACIÓN

STATISTICS THROUGH PROBLEMS AND PROJECTS FOR THE RESEARCH TRAINING OF THE MASTER'S DEGREE IN EDUCATION

Yusimí Guerra Véliz¹

E-mail: yusimig@uclv.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1711-5686>

Julio Leyva Haza¹

E-mail: haza@uclv.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6616-7095>

Guillermo Soler Rodríguez¹

E-mail: gsoler@uclv.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6018-5962>

¹Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Guerra Véliz, Y., Leyva Haza, J., & Soler Rodríguez, G. (2023). Estadística mediante problemas y proyectos para la formación investigativa del Máster en Educación. *Universidad y Sociedad*, 15(S1), 110-120.

RESUMEN

En el presente artículo se aborda el aprendizaje de la estadística en el estudiantado de master en educación con el objetivo de determinar regularidades en el aprendizaje de la estadística considerando dos dimensiones: el manejo del modelo estadístico y del contexto a partir de la integración del aprendizaje basado en problemas (PP) y el aprendizaje basado en proyectos (PC). Para ello se siguió un estudio cuantitativo experimental con tres grupos intactos (G1, G2 y G3) de Máster en Ciencias Pedagógicas, Máster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Máster en Atención Educativa a la Diversidad de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba en los cursos 2020 y 2021. A cada grupo se le aplicó dos tratamientos a la vez (PP y PC), y se evaluó el aprendizaje al final de cada tratamiento con una postprueba. Los datos aportados por las postpruebas evidenciaron resultados favorables en el aprendizaje, siendo superiores en PP. El análisis de los resultados arrojó que el manejo detallado del modelo estadístico y del contexto no presenta el mismo grado de dificultad en su aprendizaje resultando más afectado el manejo del modelo estadístico, corroboró, además, el valor de los conocimientos previos.

Palabras clave: Aprendizaje de la estadística, formación del profesorado, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, Máster en Educación.

ABSTRACT

This article deals with the learning of statistics in master's degree students in education with the aim of determining regularities in the learning of statistics considering two dimensions: the management of the statistical model and the context from the integration of learning based on in problems (PP) and project-based learning (PC). For this, an experimental quantitative study was followed with three intact groups (G1, G2 and G3) of Master in Pedagogical Sciences, Master in Teaching of Exact Sciences and Master in Educational Attention to Diversity of the Central University "Marta Abreu" of the Villas, Cuba in the 2020 and 2021 courses. Two treatments were applied to each group at the same time (PP and PC), and learning was evaluated at the end of each treatment with a post-test. The data provided by the post-tests showed favorable results in learning, being higher in PP. The analysis of the results showed that the detailed handling of the statistical model and the context does not present the same degree of difficulty in its learning, the handling of the statistical model being more affected, it also corroborated the value of previous knowledge.

Keywords: Statistics learning, teacher training, problem-based learning, project-based learning, Master of Education.

INTRODUCCIÓN

Hace ya mucho tiempo la práctica de la docencia exige la formación de profesionales que puedan hacer uso, de manera productiva y creativa, de los conocimientos adquiridos en la universidad para resolver los problemas que enfrentan en el ámbito laboral. Se coincide con Jiménez-Hernández (2021) en que la formación del profesorado es “la herramienta necesaria para poder atender a las nuevas formas de aprender que demandan las sociedades actuales” (p.114). Así, el problema de la formación del profesorado para la investigación constituye una preocupación de los programas universitarios, en particular en el postgrado.

Las estrategias de enseñanza, entendidas como mediación que posibilita la formación para la investigación, deben caracterizarse por permitir al estudiante observar de manera sistemática las situaciones del contexto del que forman parte, analizarlas con fundamentos teóricos; discutir conceptual y metodológicamente los condicionantes y las formas de generar conocimiento a partir del diagnóstico de los problemas y del diseño de estrategias que posibiliten su transformación (Herrera, 2019, p.102).

Una de las herramientas que permite al profesorado indagar en su contexto y tomar decisiones científicamente fundamentadas para transformarlo es la estadística. Sin embargo, en Cuba aún persisten dificultades al aplicar la estadística a las investigaciones educativas (López & Díez, 2017; Gamboa, 2018; Enrique & Peña, 2020; Torres, 2020; Cardoso et al. 2022;) provocado, entre otras causas, por “insuficiencias en la formación profesional de los investigadores” (Gamboa, 2018, p.4).

Ello conlleva a replantearse el modo en que se enseña la estadística, para introducir modelos educativos que ponderen su utilidad en la investigación educativa considerando problemas auténticos que describan las verdaderas situaciones a que se enfrenta el profesorado en su desempeño (Aguilar et al., 2021).

El aprendizaje basado en proyectos (Batanero & Díaz, 2004) siguiendo el ciclo de investigación estadística (Wild & Pfannkuch, 1999) es una propuesta que ha dado buenos resultados, pero a pesar de contar con más de dos décadas, aún impone retos didácticos para su uso. En esta temática son valiosos los trabajos de Ubilla (2019) y Ubilla & Gorgorió, (2021) que aplicaron el ciclo de investigación estadística en la formación de maestros primarios y han obtenido resultados satisfactorios. No obstante, sus trabajos indagan en el dominio didáctico del contenido por el profesorado y su valor en la construcción de un sentido estadístico en el profesorado durante el tránsito

por el ciclo de investigación estadística, no así su aprendizaje para aplicarlo en la investigación educativa, en la que indiscutiblemente también es fundamental el desarrollo del sentido estadístico.

El objetivo de este trabajo es determinar regularidades en el aprendizaje de la estadística en estudiantes de máster en educación considerando el manejo del modelo estadístico y del contexto al integrar el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Contexto y participantes

Se trabajó con una muestra de 89 estudiantes de maestrías en educación de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, matriculados en tres programas: Ciencias Pedagógicas (septiembre 2020 a junio de 2021), Enseñanza de las Ciencias Exactas (septiembre 2020 a junio de 2021) y Atención Educativa a la Diversidad (febrero 2020 a septiembre de 2021) que conformaron tres grupos intactos: G1, G2 y G3 con 30, 31 y 28 estudiantes respectivamente. Cada grupo se eligió de forma intencional, por ser los grupos que siguieron el curso de Estadística aplicada a la investigación educativa.

Todos los integrantes de la muestra se desempeñan en educación. En G1, todos son profesores, aunque sus titulaciones son muy variadas. De ellos 22 poseen licenciatura en educación en las especialidades: educación primaria, educación artística, educación física, química, español y literatura, filosofía e historia y 12 son profesores en una Universidad de Ciencias Médicas por lo que sus titulaciones son doctores en medicina, enfermeros o licenciados en psicología. Ningún estudiante en G1 es especialista en matemáticas.

En G2, todos se desempeñan como profesores de Matemática, Física o Informática en educación media o superior con titulaciones de licenciados en educación en las especialidades de Física, Matemática o Informática excepto 2 licenciados en Economía.

En G3, 22 se desempeñan como docentes, 1 es psicólogo, 3 son psicopedagogos, 1 es psiquiatra y 1 es médico que se dedican a la orientación educativa en sus respectivas áreas de desempeño profesional.

Diseño, instrumentos y procedimiento

Se siguió un enfoque cuantitativo experimental en la modalidad de preexperimento con postprueba únicamente. A cada grupo se le aplicaron dos tratamientos a la vez y se evaluó el aprendizaje al final de cada tratamiento con una postprueba.

Los tratamientos consistieron en impartir el curso de Estadística aplicada a la investigación educativa siguiendo dos procesos paralelos.

El primero (PP), según la lógica del contenido estadístico, que va desde la estadística descriptiva hasta la inferencial, se configura a partir del aprendizaje basado en problemas. El segundo (PC), según la lógica de la estrategia estadística que cada estudiante sigue para resolver un problema concreto que ha seleccionado de su práctica pedagógica, se configura a través de un proyecto (Guerra et al., 2022, p.6-7).

Es decir, a la vez que se desarrollaba el curso estructurado en cinco temas, en que los estudiantes resolvían problemas propuestos para cada uno de los temas mediante el establecimiento de analogías con modelos estadísticos usados en problemas resueltos por el profesor, desarrollaban, además, el proyecto individual en el que incluían, de los modelos estadísticos estudiados, aquellos que se ajustaban al contexto abordado en su proyecto.

Los temas del curso fueron recolección de datos en el contexto educativo, análisis descriptivo de datos provenientes de un contexto educativo, muestreo y estimación en el contexto educacional, pruebas de hipótesis paramétricas y, por último, pruebas de hipótesis no paramétricas, ambas en contextos de investigación educativa (Guerra et al., 2022).

En la figura 1 se ilustra el diseño del proceso de enseñanza aprendizaje seguido en la investigación indicando la correspondencia entre PP y PC. Para este último se han especificado los componentes del ciclo de investigación estadística que se trabajan en cada tema.



Figura 1. Correspondencia en el tiempo entre el PP y el PC.

Fuente: Elaboración propia

Para medir el aprendizaje final se diseñaron dos postpruebas, una para cada tratamiento. La postprueba correspondiente al primer tratamiento (PP) consistió en una situación hipotética del contexto educativo, igual para todos los estudiantes, a partir de la cual debían formular un problema estadístico contextualizado y resolverlo usando una prueba de hipótesis no paramétrica, por corresponder estos contenidos al último tema del curso. En calidad de postprueba correspondiente al segundo tratamiento (PC) se utilizó en el informe final del proyecto que cada estudiante realizó de forma individual.

Para medir el aprendizaje se aplicaron dos procedimientos, el primero desglosado en descriptores para identificar regularidades en el manejo detallado del modelo estadístico y el contexto y el segundo de manera global, para distinguir los aprendizajes obtenidos mediante el PP y el PC.

Las evaluaciones desglosadas se realizaron siguiendo los descriptores de idoneidad epistémica (Godino, 2022) (Tabla 1), cada uno con cuatro categorías según cuatro niveles de observación (Tabla 2).

Tabla 1. Descriptores del manejo detallado del modelo estadístico y el contexto.

Situaciones problemas	P1	Formulación de un problema de investigación referido a un contexto educativo real en que se desempeña el estudiante como profesor.
	P2	Planteamiento de subproblemas referidos al contexto del problema.
Lenguaje estadístico	L1	Uso del lenguaje verbal y simbólico propio de la estadística descriptiva e inferencial.
	L2	Construcción, lectura e interpretación de gráficos estadísticos.
Definiciones, propiedades y procedimientos	D1	Uso correcto de las definiciones y propiedades de la estadística descriptiva e inferencial
	D2	Uso de los procedimientos fundamentales de la estadística descriptiva e inferencial.
	D3	Contextualización de definiciones, propiedades y procedimientos.
Argumentos	A1	Correspondencia de las explicaciones, comprobaciones y demostraciones estadísticas con el contexto.
	A2	Suficiencia de argumentos estadísticos para respaldar su posición sobre los resultados del estudio, considerando su incidencia en el contexto.
Relaciones	R1	Relaciones entre las partes que conforman la estructura del problema
	R2	Contextualización del modelo estadístico en la superficie del problema.

Fuente: adaptado de Batanero et al. (2018), Alvarado et al. (2018) y Guerra et al. (2021).

Tabla 2. Niveles de observación para evaluar los descriptores

Nivel 0 (N0)	Nivel nulo. No se observa el descriptor en el problema o subproblema. Se deja la respuesta en blanco.
Nivel 1 (N1)	Nivel elemental. Usa literalmente el descriptor, pero no especifica en qué modo se emplea dicho descriptor.
Nivel 2 (N2)	Nivel intermedio. Aplica y hace referencia al descriptor, pero sin centrarse en el contenido estadístico.
Nivel 3 (N3)	Nivel avanzado. Aplica el descriptor a contenidos estadísticos, referenciando diversos tipos de lenguaje estadístico y capacidad de análisis de información.

Fuente: adaptado de Alvarado et al. (2018)

Para la evaluación global se usó como instrumento una rúbrica elaborada al efecto (Tabla 3).

Tabla 3. Rúbrica para evaluar el manejo global del modelo estadístico y del contexto

Dimensión	Categorías			
	Nivel 3 (N3) Nivel avanzado	Nivel 2 (N2) Nivel intermedio	Nivel 1 (N1) Nivel elemental	Nivel 0 (N ₀) Nivel nulo
Contenido estadístico	Se aplica de forma correcta hasta la solución.	Se cometen errores que no afectan el resultado de forma Cualitativa.	Se afecta cualitativamente el resultado, aunque no hay contradicciones en el modelo estadístico.	Hay incoherencias estadísticas que no permiten resolver el problema.
Aplicación al contexto	Relaciona la estadística y el contexto, se centra en el lenguaje estadístico para argumentar su posición.	Relaciona la estadística y el contexto, usa el lenguaje estadístico y lo contextualiza, pero no se centra en él para argumentar su posición.	Relaciona la estadística y el contexto, usa el lenguaje estadístico, pero obvia su contextualización en las explicaciones y argumentos de su posición.	No logra contextualizar la estadística y ofrece argumentos débiles o errados para defender su posición.

Fuente: elaboración propia.

Los datos de las calificaciones de las postpruebas se organizaron en una matriz de 89 filas por 13 columnas. Las filas correspondieron a los estudiantes, las once primeras columnas contenían la evaluación por descriptores y las dos últimas la evaluación global por dimensión.

El procedimiento seguido para el procesamiento de los datos se dividió en tres partes: primero: análisis descriptivo del aprendizaje, segundo determinación de las variables influyentes en el aprendizaje y tercero: comparación del aprendizaje a partir de los resultados de cada tratamiento.

Para el análisis preliminar de los resultados del aprendizaje se usaron tablas cruzadas y gráficos de barras.

Para determinar las variables influyentes en el aprendizaje se consideraron como posibles variables predictoras: grupo (con tres categorías G1, G2 y G3), tipo de tratamiento (con dos categorías PP y PC) y descriptor (con once categorías: P1, P2, L1, L2, D1, D2, D3, A1, A2, R1 y R2). Como datos de la variable dependiente (aprendizaje) se usaron las calificaciones por descriptores.

Para determinar la influencia de las variables predictoras se creó un modelo de clasificación según la técnica: árbol de decisión. El método de crecimiento del árbol fue CHAID (Chi-square automatic interaction detector) exhaustivo cuyo algoritmo:

permite la detección automática de interacciones mediante Chi-cuadrado. En cada paso, CHAID elige la variable independiente (predictora) que presenta la interacción más fuerte con la variable dependiente. Las categorías de cada predictor se funden si no son significativamente distintas respecto a la variable dependiente (Berlanga et al., 2013, p.68).

La profundidad del árbol se eligió de tres niveles con las restricciones: número mínimo de casos en un nodo parental 100 y en un nodo filial 50.

Para comparar los resultados de PP con PC se trabajó con las evaluaciones globales. En el análisis descriptivo se usaron tablas cruzadas y gráficos de barras. Para indagar sobre la existencia de diferencias significativas entre las dimensiones (manejo del modelo estadístico y del contexto) en ambos procesos se usó la prueba no paramétrica de Wilcoxon de los rangos con signos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados descriptivos del aprendizaje

En los gráficos de las figuras 2 y 3 se presentan las distribuciones de frecuencias del aprendizaje por descriptores para la postprueba de cada proceso. En el gráfico de la figura 2, para PP, se observa que en todos los descriptores la moda corresponde al nivel avanzado, exhibiendo los mejores resultados el descriptor P1, con 70 estudiantes (79%). Para el resto, la cantidad de estudiantes que alcanza el nivel avanzado está en un rango de 40 a 51 que corresponden al 45% y 57% respectivamente.

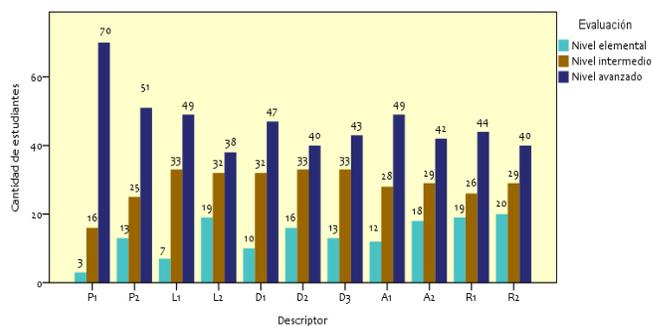


Figura 2. Manejo del modelo estadístico y del contexto por descriptores en PP.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura 3 para PC se observa que para P1, P2, L1, A1, A2, R1 y R2 la moda se obtiene para el nivel avanzado. Tal y como ocurrió en PP, los mejores resultados se obtienen para P1 con 60 estudiantes (67,4%) en el nivel avanzado (10 menos que los que alcanzaron este nivel en el P1 en PP). Para el resto de los descriptores con moda en el nivel avanzado la cantidad de estudiantes está en un rango de 43 a 34 estudiantes inferior a los resultados alcanzados en PP para esos mismos descriptores.

Para L2, D1 y D3 la moda se obtiene para el nivel intermedio y en D2 la cantidad de estudiantes en el nivel avanzado e intermedio es la misma. Por lo que en estos indicadores también los resultados en PC son inferiores a los alcanzados en PP.

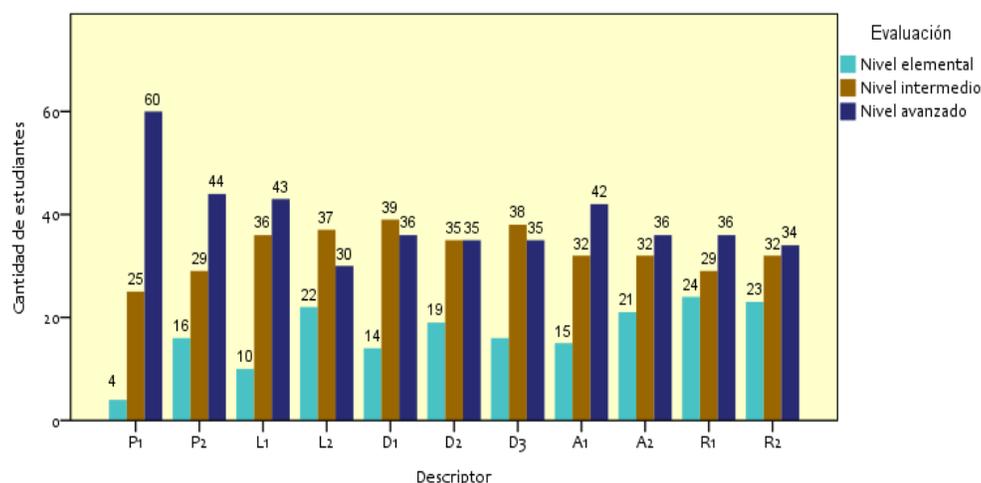


Figura 3. Manejo del modelo estadístico y del contexto por descriptores en PC.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se ofrecen las distribuciones de frecuencia, para el manejo del modelo estadístico y del contexto de forma global. Los mejores resultados se alcanzaron para el manejo del modelo estadístico en PP con 61 estudiantes en el nivel avanzado, mientras que en PC solo 27 estudiantes alcanzan ese nivel. En cuanto al manejo del contexto las diferencias no parecen ser muy grandes.

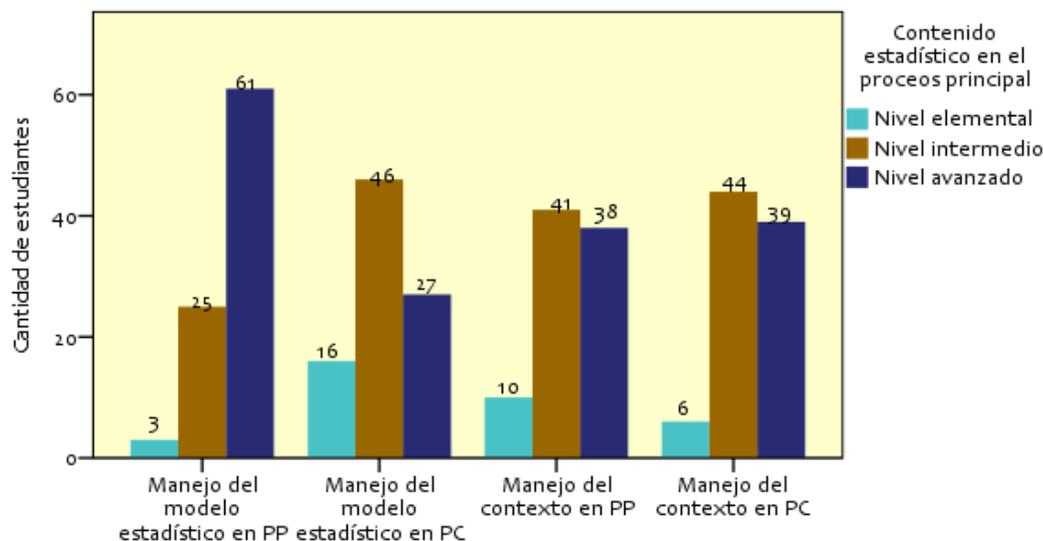


Figura 4. Manejo del modelo estadístico y del contexto de forma global

Fuente: Elaboración propia

Resultados de las variables influyentes en el aprendizaje

Al correr el modelo, se detectó que las tres variables incluidas como independientes actuaron como predictoras en el aprendizaje. La variable que mostró mayor interacción fue “descriptor” que determinó el primer nivel del árbol, seguida de la variable “grupo” y, por último, con la interacción más débil, la variable “tipo de tratamiento” (Figura 5).

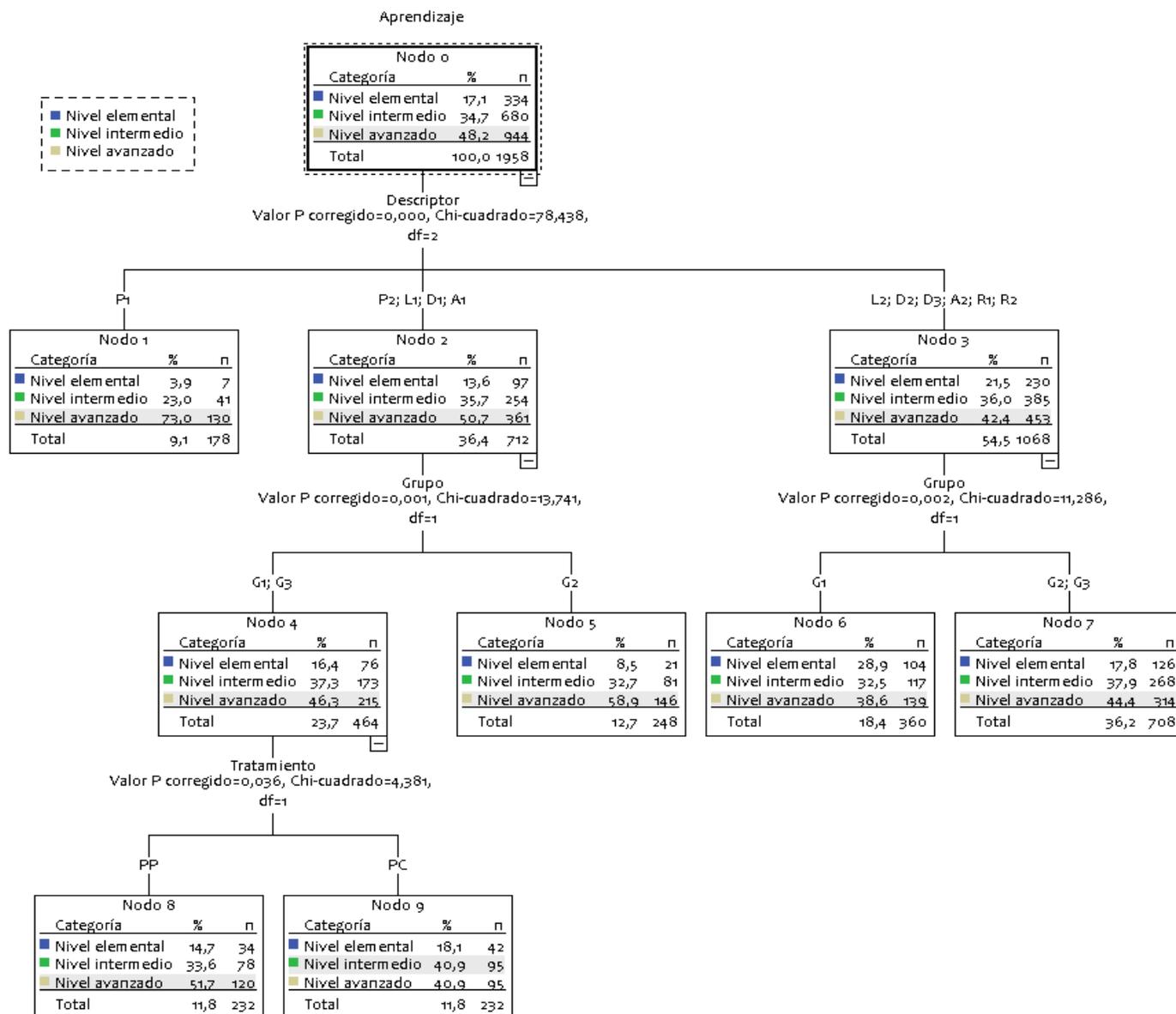


Figura 5. Diagrama del árbol de decisión según la interacción de las variables predictoras en el aprendizaje de la estadística.

Fuente: Elaboración propia

En el nivel cero del árbol se tiene un único nodo (N_0) en el que se reúnen todas las mediciones. Cada medición representa la calificación de un estudiante en un descriptor determinado en PP o en PC. Es decir, los 89 estudiantes de la muestra evaluados en cada descriptor, en PP, dan un total de 979 mediciones, como en PC se repite este mismo procedimiento, en total se obtienen 1958 mediciones.

En N_0 se agrupan todas las evaluaciones sin considerar aún las variables predictoras. En la tabla de N_0 de la figura 5 se observa que 944 (48,2%) evaluaciones obtuvieron el nivel avanzado y 660 (34,7%) el nivel intermedio, con solo 334 (17,1%) evaluaciones en el nivel elemental. Estos resultados son alentadores puesto que la mayoría de las calificaciones se encuentran en los niveles avanzado e intermedio (82,9%) por lo que ya, desde este nivel del árbol, puede darse

un primer argumento a favor de la pertinencia de combinar el aprendizaje por problemas y el aprendizaje basado en proyectos en un único curso de Estadística aplicada a la investigación educativa.

A partir del primer nivel del árbol se comienzan a diferenciar las variables predictoras, aspecto que es de gran valor didáctico por ofrecer resultados que permiten proponer criterios para futuras enmiendas al modelo.

En el primer nivel del árbol se diferencian tres nodos: N1, N2 y N3. La variable predictora para esta diferenciación fue “descriptor”, ello indica que el aprendizaje de los estudiantes no fue igual en todos los descriptores. Se observa que el descriptor con mejores evaluaciones fue P1, que se refiere a la formulación del problema y muestra que 130 (73,0%) evaluaciones corresponden al nivel avanzado.

En segundo lugar, se ubicaron en N2 los descriptores P2, L1, D1 y A1, que se refieren a planteamiento de subproblemas referidos al contexto del problema, uso del lenguaje verbal y simbólico propio de la estadística descriptiva e inferencial, uso correcto de las definiciones y propiedades de la estadística descriptiva e inferencial y correspondencia de las explicaciones, comprobaciones y demostraciones estadísticas con el contexto, respectivamente. La ubicación de estos descriptores en el mismo nodo indica que no existen diferencias significativas entre la cantidad de calificaciones en los niveles elemental, intermedio y avanzado de esos descriptores entre sí comparados dos a dos dentro del mismo nodo. En este nodo, la cantidad de evaluaciones en el nivel avanzado fue de 361 (50,7%) que es, en más de un 20%, inferior a los resultados correspondientes a P1 ubicados en N1. Además, el nivel elemental totalizó 97 (13,6%), aspecto que indica, también, que estos descriptores resultaron más afectados que P1.

En tercer lugar, se obtuvo el nodo N3 en el que se incluyen los descriptores L2, D2, D3, A2, R1 y R2 que se refieren a: construcción, lectura e interpretación de gráficos estadísticos; uso de los procedimientos fundamentales de la estadística descriptiva e inferencial; contextualización de definiciones, propiedades y procedimientos; suficiencia de argumentos estadísticos para respaldar su posición sobre los resultados del estudio, considerando su incidencia en el contexto; relaciones entre las partes que conforman la estructura del problema y contextualización del modelo estadístico en la superficie del problema. En este nodo 453 (42,4%) evaluaciones alcanzaron el nivel avanzado, mientras que las evaluaciones en el nivel elemental ascendieron a 230 (21,5%) que fue inferior a P1 y

a los obtenidos en el nodo 2. Los descriptores ubicados en N3 fueron los más afectados.

Esta diferenciación entre los descriptores implica, desde el punto de vista didáctico, que se debe hacer un tratamiento diferenciado por clases de descriptores enfatizando en las clases de descriptores más afectadas que son las correspondientes a N2 y N3.

En el primer nivel del árbol solo se ramificaron los nodos N2 y N3. Ello se debe a las restricciones iniciales impuestas al modelo de clasificación (número mínimo de casos en un nodo parental 100 y en un nodo filial 50). Eso significa que en el nodo N1 la variable grupo no fue predictora.

En el segundo nivel la variable predictora fue grupo. En este nivel se obtuvieron los nodos N4, N5, N6 y N7. Los dos primeros se formaron producto de diferencias en las calificaciones de los descriptores ubicados en N1. Aquí se evidencian diferencias significativas entre los grupos ubicados en N4 (G1 y G3) y el ubicado en N5 (G2). En N4 se observa que entre G1 y G3 no se detectaron diferencias significativas, observe que se ubican en el mismo nodo; además, exhiben calificaciones más afectadas que G2 ubicado en N5 (ver N4 y N5 en la figura 5). Estos resultados eran de esperar, puesto que G2 estuvo compuesto por estudiantes con titulaciones en alguna especialidad de ciencias exactas, y, por consiguiente, poseían conocimientos matemáticos previos que le sirvieron de base para el aprendizaje de la estadística. Algunos, incluso, han llevado algún curso de estadística.

En cuanto a N6 y N7, se observa que G1 ubicado en N6 se comporta, también en estos descriptores, como el más afectado (ver N6 y N7 en la figura 5), mientras que G3 se ubica junto con G2 en N7 con mejores resultados. Estas diferencias entre G1 y G2, al igual que en N4 y N5, pueden explicarse si se considera la titulación de los estudiantes. La ubicación inesperada de G3 en N7, quizá se deba a que, este fue el último grupo con el que se trabajó y se hizo énfasis en algunos aspectos que ya se habían detectado con dificultades en los grupos G1 y G2.

De modo general, para el segundo nivel del árbol, es evidente que los resultados en N6 y N7 son peores que los exhibidos por N4 y N5 (figura 5). Estos resultados sugieren, además, tener en cuenta las titulaciones de los estudiantes matriculados en el curso y diferenciar el tratamiento didáctico del contenido de acuerdo con dichas titulaciones a fin de atenuar las dificultades que las carencias de conocimientos previos pudieran acarrear.

En el nivel tres del árbol la variable predictora fue el tratamiento. Aquí, solo se formaron dos nodos: N8 y N9, que se obtuvieron a partir del nodo parental N4. El resto de los

nodos del segundo nivel del árbol no se ramificó, razón por la cual no hizo aportaciones al tercer nivel del árbol. Ello se debe a las restricciones iniciales (para evidenciar diferenciaciones se necesitaría una muestra más grande) aunque parece ser que la interacción de la variable tratamiento con la variable dependiente no es muy fuerte. Es decir, parece que el aprendizaje no depende significativamente del tipo de proceso PP o PC. Esta leve diferencia entre los dos tratamientos fue la que instó a aplicar una rúbrica para evaluarlos de manera global, buscando una posible diferenciación más marcada.

El modelo de árbol, en el tercer nivel arrojó que los mejores resultados se observaron para PP con un 14,7% en el nivel elemental contra un 85,3% entre intermedio y avanzado, mientras que PC obtuvo un 18,1% en el nivel elemental contra un 81,8% entre intermedio y avanzado. Esta diferencia entre ambos procesos parece indicar que se preste más atención, desde el punto de vista didáctico, a PC.

Comparación del aprendizaje en PP con el aprendizaje en PC.

La tabla 4 ofrece la tabulación cruzada de la evaluación global del manejo del contenido estadístico en PP con esta misma dimensión en PC. La prueba de Wilcoxon de los rangos con signos arrojó diferencias significativas ($p = 0,000 < 0,05$) evidenciando mejores resultados en PP.

Tabla 4. Tabulación cruzada: evaluación global del contenido estadístico en PP / evaluación global del contenido estadístico en PC

Nivel elemental		Contenido estadístico en PC			Total
		Nivel inter-medio	Nivel avanzado		
Contenido estadístico en PP	Nivel elemental	2	1	0	3
	Nivel intermedio	13	7	5	25
	Nivel avanzado	1	38	22	61
Total		16	46	27	89

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se recoge la tabulación cruzada de la evaluación global de la dimensión aplicación al contexto en PP con esta misma dimensión en PC. Para esta dimensión, la prueba de Wilcoxon de los rangos con signos arrojó diferencias significativas ($p = 0,423 > 0,05$) evidenciando que los resultados del aprendizaje en cuanto a la

dimensión aplicación al contexto se comporta del mismo modo para ambos procesos.

Tabla 5. Tabulación cruzada: evaluación global de la aplicación al contexto en PP / evaluación global de la aplicación al contexto en PC

Nivel elemental		Aplicación al contexto en PC			Total
		Nivel inter-medio	Nivel avanzado		
Aplicación al contexto en PP	Nivel elemental	3	5	0	8
	Nivel intermedio	3	22	12	37
	Nivel avanzado	0	14	30	44
Total		6	41	42	89

Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores arrojaron regularidades en cuanto a que existe diferenciación en los aprendizajes en dependencia de los descriptores en que se desglosaron el manejo del modelo estadístico y el contexto. Ello evidencia que el manejo detallado de ambas dimensiones no presenta el mismo grado de dificultad en su aprendizaje por lo que sería aconsejable aplicar estrategias didácticas específicas por grupos de descriptores, con énfasis en aquellos que resultaron más afectados (L2, D2, D3, A2, R1 y R2).

Otra regularidad encontrada fue que los conocimientos previos sobre matemáticas favorecen el aprendizaje de la estadística, por lo que se sugiere, adicionar una preparación previa diferenciada para estudiantes que no posean conocimientos estadísticos de base. Una indagación inicial sobre los conocimientos previos de los estudiantes es aconsejable para determinar "el grado en que los significados pretendidos/implementados estén en la zona de desarrollo próximo de los alumnos" (Godino, 2011, p.5) como punto de partida para el logro de nuevos aprendizajes.

Se evidenció, además que, a nivel de descriptores, los resultados del PC fueron inferiores a los de PP. Ello sugiere profundizar a nivel teórico en la estructuración del ciclo de investigación estadística y su interacción con la resolución de problemas del contexto, con el propósito de obtener regularidades didácticas que permitan una orientación más detallada de la actividad de los estudiantes en

la realización de los proyectos que caracteriza este tipo de proceso.

En la evaluación de los aprendizajes de forma global, no se observaron diferencias significativas en la dimensión manejo del contexto entre ambos procesos. En la dimensión manejo del modelo estadístico, sí se apreciaron diferencias significativas, viéndose más afectado PC. La explicación que nos parece más acertada para los resultados de esta comparación es que tanto en PP como el PC, para resolver los problemas, el estudiante tiene que detectar similitudes con el modelo estadístico o el contexto de un problema resuelto y después, por analogía, aplicarlas al nuevo problema (Holyoak & Koh, 1987; Gómez et al., 2013, Marcos et al., 2021, Guerra et al., 2022). En los problemas del PP, las similitudes entre el problema a resolver y el resuelto son más cercanas puesto que en cada tema se trabaja con un tipo de modelo estadístico concreto, no así en el proyecto donde, la similitud con el problema a resolver debe buscarse entre un cúmulo grande de problemas resueltos en PP y hacer adecuaciones al modelo estadístico en el contexto del proyecto, de modo que las similitudes quedan un tanto más ocultas dificultando la elección del modelo.

CONCLUSIONES

Las limitaciones detectadas en la aplicabilidad de la estadística en las investigaciones educativas en Cuba evidenciaron la necesidad de transformar su didáctica hacia modelos educativos que ponderen el protagonismo del estudiante desde el contexto de su profesión logrando un vínculo entre el modelo estadístico y el contexto educativo del cual provienen los problemas profesionales a resolver.

Se aplicó un modelo educativo que integra el modelo estadístico y el contexto educacional en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Estadística destinado a estudiantes de maestrías en corte educativo. El modelo se caracteriza por integrar el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos, dando lugar a dos procesos paralelos: uno principal según el aprendizaje basado en problemas y el otro complementario según el aprendizaje basado en proyecto.

Las técnicas estadísticas empleadas para el análisis de los resultados arrojaron que la integración del aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos favorece el aprendizaje de la estadística y que los conocimientos previos en matemática influyen positivamente en el aprendizaje de los estudiantes y que el tránsito por el ciclo de investigación estadística (proceso PC) resultó más difícil que el aprendizaje basado en problemas (proceso PP).

De manera general los resultados se consideran buenos y constituyen referentes para futuras aplicaciones del modelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E., Zamora, J. A., & Guillén, H. S. (2021). Alfabetización, razonamiento y pensamiento estadísticos: competencias específicas que requieren promoverse en el aula. *Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, e1118, 1-17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1118
- Alvarado, H. A., Galindo, M. K. y Retamal, M. L. (2018). Evaluación del aprendizaje de la estadística orientada a proyectos en estudiantes de ingeniería. *Educación Matemática*, 30(3), 151-183. <https://doi.org/10.24844/EM3003.07>
- Batanero, C., Gea, M. M., Arteaga, P., Contreras, J. M. & Díaz, C. (2018). Conocimiento del contenido sobre correlación y regresión de futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 21(3), 325-348. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2134>
- Berlanga Silvente, V., Rubio Hurtado, M. J., Vilà Baños, R. (2013). Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 6(1), 65-79. <https://doi.org/10.1344/reire2013.6.1615>
- Cardoso, L., Castro, G., & Fernández, C. (2022). La Estadística en función de la investigación educativa. Reto para los profesionales de la educación. *Mendive* 20(1), 270-284. <http://scielo.sld.cu/pdf/men/v20n1/1815-7696-men-20-01-270.pdf>
- Enrique, F. M. & Peña, M. (2020). Improcedencias al usar la estadística en las investigaciones sociales. *Varona*, (70), 13-18. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1992-82382020000100013&lng=es&tling=es.
- Gamboa, M.E. (2018). Estadística aplicada a la investigación educativa. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, (2), 1-32. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/427>
- Godino, J. D. (2022). Emergencia, estado actual y perspectivas del enfoque ontosemiótico en educación matemática. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 2(2), 1-24. <https://doi.org/10.54541/reviem.v2i2.25>

- Godino, J. D., (2011). Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática (CIAEM-IACME), Recife (Brasil). https://www.ugr.es/~jgodino/eos/jdgodino_indicadores_idoneidad.pdf
- Gómez, C., Solaz, J. y Sanjosé, V. (2013). Efectos de la similitud superficial y estructural sobre la transferencia a partir de análogos en problemas de alta y baja familiaridad: primeros resultados. Enseñanza de las Ciencias, 31(1), 135-151. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.782> Scopus
- Guerra, Y., Leyva, J., Soler, G., & Marín, N. (2022). Hibridación pedagógica en el aprendizaje de la estadística en la formación de maestría en Educación. Revista Educación, 46(2), 1-16. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.49950>
- Herrera Pérez, J. C. (2019). Formación docente a nivel de postgrado en Latinoamérica. CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 10(2), 97-108. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.10.2.2019.08>
- Holyoak, K. J. y Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer [Similitud superficial y estructural en transferencia analógica]. Memory & Cognition, 15, 332-340. <https://doi.org/10.3758/BF03197035>
- López, A. & Diez, T. (2017). Aproximación de la estadística a las ciencias sociales: una mirada crítica. Revista Cubana de Educación Superior, 36(2), 148-156. <http://www.rces.uh.cu/index.php/RCES/article/view/165>
- Marcos, J. M., Esteban, R. y Ochoa de Alda, J. A. G. (2021). Analogías propuestas por futuros maestros para la enseñanza de Biología: implicaciones en la formación inicial. Ápice, 5(1), 73-86. <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.1.6675>
- Torres, P. A. (2020). ¿Por qué la investigación educativa cubana ha venido ponderando unas ciencias de la educación “blandas”? Revista Varela, 20(57), 290-304. <http://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/4>
- Jiménez-Hernández, D., Sancho-Requena, P. & Sánchez-Fuentes, S. (2021). Estudio acerca de las opiniones del profesorado universitario en la Región de Murcia sobre la formación de métodos activos. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 24(2), 113-124. DOI: <https://doi.org/10.6018/reifop.444381>
- Ubilla, F. (2019). Componentes del sentido estadístico identificados en un ciclo de investigación estadística desarrollado por futuras maestras de primaria. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.), Investigación en Educación Matemática XXIII (pp. 583-592). Valladolid: SEIEM. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7299288>
- Ubilla, F. M., Gorgorió, N. (2021). Sobre cómo transitan los futuros maestros por el ciclo de investigación estadística: orientaciones para la implementación de proyectos estadísticos. Bolema, 35(71), 1751-1775. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n71a24>
- Wild, C. J., Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry [Pensamiento estadístico en la investigación empírica]. International Statistical Review, 67(3), 223-248. <https://iase-web.org/documents/intstatreview/99.Wild.Pfannkuch.pdf>