

ERRORES PROCEDIMENTALES PRESENTES EN LOS PROFESORES EN FORMACIÓN DE LA FACE-UC EN EL CONOCIMIENTO PROBABILÍSTICO

Procedural errors present in the professors in formation of the FaCE-UC in the probabilistic knowledge

Clemente R Osorio F.

<https://orcid.org/0000-0002-7398-5723>

Facultad de Ciencias de la Educación
Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
croflores@gmail.com

Argelia M. Pandares T.

<https://orcid.org/0000-0002-2201-9963>

Facultad de Ciencias de la Educación
Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
argeliapandares@gmail.com

Resumen

El estudio se enfocó en identificar y clasificar la presencia de los errores procedimentales presentados por los profesores en formación en el conocimiento probabilístico, teniendo como fundamento las disertaciones de Vásquez y Alsina (2014), Mohamed, Ortiz y Serrano (2014) y otros, adoptando como diseño de investigación un tipo transeccional descriptivo y de campo. Se utilizó un muestreo por conglomerado monoetápico, escogiendo 125 estudiantes pertenecientes al periodo 1-2017 de la FaCE-UC cursantes de la asignatura Estadística aplicada a la Educación. En cuanto a la recolección de los datos, se aplicó una prueba de ensayo de cinco reactivos con dos aparatados cada uno, se empleó un análisis descriptivo de la información recolectada, determinándose que el error más recurrente fue el mal empleo de los criterios de aproximación o redondeo de cifras, ya que en tres de los cuatro reactivos aparece como el primer o segundo error de mayor incidencia.

Palabras clave: Errores procedimentales, Profesores en formación, Conocimiento probabilístico.

Abstract

The study focused on identifying and classifying the presence of procedural errors presented by teachers in probabilistic knowledge training, based on the dissertations of Vásquez and Alsina (2014), Mohamed, Ortiz and Serrano (2014) and others, adopting as a research design a descriptive and field transeccional type. We used a sampling by a single-stage conglomerate, choosing 125 students belonging to the period 1-2017 of the FaCE-UC students of the subject Statistics applied to Education. As for the data collection, a test test of five items with two items each was applied, a descriptive analysis of the collected information was used, determining that the most recurrent error was the misuse of the approximation criteria or rounding of figures, since in three of the four reagents it appears as the first or second error of highest incidence.

Keywords: procedural errors, education students, probabilistic knowledge.

Recepción: 01/11/2017

Enviado a evaluadores: 13/11/2017

Aceptación de originales: 02/02/2018

Introducción

Desde épocas remotas la matemática ha jugado un papel importante en la historia de la humanidad, contribuyendo a explicar fenómenos a través de algoritmos desarrollados por estudiosos en el área, convirtiéndose en la actualidad en la base primordial en la enseñanza de otras disciplinas del conocimiento. Al respecto, Godino, Batanero y Font (2002) comentan:

La perspectiva histórica muestra claramente que las matemáticas son un conjunto de conocimientos en evolución continua y que en dicha evolución desempeña a menudo un papel de primer orden la necesidad de resolver determinados problemas prácticos (o internos a las propias matemáticas) y su interrelación con otros conocimientos. (p. 21)

De acuerdo a lo planteado se puede deducir que, en ese proceso continuo de perfeccionamiento, la matemática y las asignaturas prácticas aportan herramientas fundamentales utilizadas en la búsqueda de soluciones adecuadas en la resolución de problemas, las cuales no son rígidas ya que permiten a quien las emplea, seleccionar el uso más conveniente de acuerdo a la situación planteada. Por lo tanto, lo importante en el aprendizaje de dichas áreas del saber, es que el estudiante utilice los pasos y etapas necesarias para alcanzar la heurística, siendo relevante el dominio del conocimiento matemático y las habilidades disponibles para lograr una culminación exitosa y no fallar en el intento. Del mismo modo, los autores Godino, Batanero y Font (2002) comentan que:

La resolución de problemas es una parte integral de cualquier aprendizaje matemático, por lo que consideramos que no debería ser considerado como una parte aislada del currículo matemático. En consecuencia, la resolución de problemas debe estar articulada dentro del proceso de estudio de los distintos bloques de contenido matemático. Los contextos de los problemas pueden referirse tanto a las experiencias

familiares de los estudiantes así como aplicaciones a otras áreas. Desde este punto de vista, los problemas aparecen primero para la construcción de los objetos matemáticos y después para su aplicación a diferentes contextos (p.39).

En este sentido, la resolución de problemas no solo es de gran importancia en la matemática, sino en otras áreas del conocimiento basadas en ésta, tal como lo es la estadística que además de ser abordada con mayor ahínco en las universidades porque utiliza herramientas y procedimientos matemáticos para la dilucidar situaciones contextualizadas en el radio de acción de las profesiones que estén desarrollando los estudiantes, capacita a cualquier persona en la lectura y comprensión de informaciones suministradas por diversas fuentes de divulgación tal como lo afirman Batanero y Godino (2002), quienes señalan que “la estadística es hoy una parte de la educación general deseable para los ciudadanos, quienes precisan adquirir la capacidad de lectura e interpretación de tablas y gráficos estadísticos que con frecuencia aparecen en los medios de comunicación” (p.719).

Asimismo, dentro de los variados contenidos, métodos y herramientas estadísticas, se considera de vital importancia, el conocimiento probabilístico, el cual es la base para todo estudio relacionado con la incertidumbre; es por ello que debe estar presente en los contenidos de estadística de las carreras profesionales a nivel universitario, ya que permite resolver situaciones cotidianas del ser humano. De acuerdo a esta apreciación, Vásquez y Alsina (2014), indican que:

Tal es el caso de la probabilidad, que durante los últimos veinticinco años aproximadamente se ha ido incorporando fuertemente en los currículos de matemática a nivel parvulario, básico, medio y superior en gran parte de los países desarrollados. Algunos de los principales motivos son su utilidad y presencia en numerosas situaciones de la vida diaria, en las que es necesario disponer de un

razonamiento crítico que permita interpretar y comunicar distintos tipos de información, además de su estrecho vínculo con distintas disciplinas. (p.6)

En relación a las ideas expuestas, Batanero y Godino (2002) como complemento comentan que, el estudio de las probabilidades está asociado a la vida cotidiana de los individuos, que en algunos casos, la ven como un contenido más de una asignatura que no va más allá de la resolución de un ejercicio; pero las probabilidades están ligadas a la realidad, al entorno social, al día a día. Una muestra de este planteamiento, es la aplicación de las nociones probabilísticas dentro del ámbito biológico, físico, social y político por citar algunos escenarios, donde la determinación de las características heredadas de los padres al nacer, la ocurrencia de fenómenos meteorológicos o incidencia de acontecimientos donde predomina la incertidumbre, amerita de la toma de decisiones fundamentada en datos comprobables. Es por ello, el estudio de los fenómenos estocásticos debe llevarse a cabo de forma sencilla y sin complicaciones para que los estudiantes tengan una información básica sobre probabilidades que les permita comprender la información transmitida por los conocedores de esta disciplina.

Estos conocimientos adquiridos en las casas de estudio a nivel universitario han de ser presentados a través de un conglomerado de ejercicios utilizados por los docentes que estén relacionados: primero con la carrera o mención escogida por ellos, segundo que estén en el radio de los intereses de los participantes y que tengan en consideración nociones importantes en la toma de decisiones de los datos a nivel poblacional. Atendiendo a estas consideraciones, Mohamed, Ortiz y Serrano (2014), hacen referencia a la importancia que tiene empezar con la formación del conocimiento probabilístico deseable en todo ciudadano a temprana edad.

Donde propone iniciar lo antes posible el estudio de los fenómenos aleatorios y presentar los conceptos relacionados en el contexto de actividades que impliquen

otras áreas de conocimiento, suscitando el interés de los alumnos y su valoración de los conocimientos probabilísticos para la toma de decisiones. (p.134)

En este sentido, se ha de concebir que la formación probabilística está centrada en la enseñanza de procedimientos estadísticos que el estudiante debe manejar para analizar y explicar los datos encontrados en el contexto donde se desenvuelvan y que por consiguiente tendrá repercusión en diversas áreas donde se necesite emplear; es por ello que se requiere de una capacitación fundamentada en aspectos verificables. En relación a la problemática expuesta, Mohamed, et als (2014) comentan: “por tanto, resulta importante saber qué conocimientos y creencias sobre aleatoriedad y probabilidad tienen los profesores en formación” (p.134); por lo que es necesario examinar las nociones previas que poseen los estudiantes sobre probabilidades o en este caso los profesores en formación. Asimismo, no solo es prioritario diagnosticar los conocimientos previos en los aprendices; además se debe determinar cómo son aplicadas esas nociones conceptuales en la resolución de ejercicios, ya que en ocasiones no son manifestadas al momento de demostrar lo aprendido en los encuentros académicos.

Este dominio conceptual permite tener una guía mental de cómo demostrar procedimentalmente el conocimiento adquirido, en otras palabras, la fijación mental de los conceptos contribuye a tomar la decisión de seleccionar los procedimientos a utilizar en la resolución de los problemas presentados, representando así el escenario ideal en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, ¿qué ocurre cuando este ofrece más de una opción a la solución buscada? Es allí, donde el cerebro en afán por dar soluciones a lo solicitado y percibido a través del sentido de la vista, trabaja ubicando la posible solución al problema planteado; y luego en este proceso es donde el sujeto decide según su proceso mental, cuál es la ruta más idónea.

No obstante, en esa necesidad de resolver problemas y ante la presencia de diversas posibilidades de respuestas, el docente en formación suele cometer errores en el aspecto procedimental; es decir, en el proceso que realiza no hay concatenación entre el concepto y la aplicación de los procedimientos requeridos, produciéndose una incompatibilidad entre el pensar y el actuar que conlleva a un error. Pero, ¿qué es el error? y ¿cuál es su significado? La Real Academia Española (2016), lo conceptualiza como: “concepto equivocado o juicio falso”, “acción desacertada o equivocada”, “cosa hecha erradamente”, “acción del que juzga verdadero lo que es falso” y en consecuencia, “concepto, doctrina, opinión no verdaderos, falsos”, “acción desacertada o equivocada”, “matemática, defecto o exceso en la medida de un objeto o sustancia respecto al valor real de la misma”, “error absoluto, diferencia entre el valor verdadero que se pretende hallar y el que se ha encontrado”, “Concepto, idea, opinión o juicio falso o equivocado”.

En este orden de ideas y haciendo referencia a la primera premisa de Mohamed, Ortiz y Serrano (2014), sobre el aprendizaje de las probabilidades, tópico de relevancia para la toma de decisiones estadísticas en la realización de inferencias a poblaciones estudiadas, es pertinente preguntarse: ¿Cuáles son los errores cometidos por el estudiante universitario? y ¿cómo se expresa el proceso procedimental del docente en formación al cometer un error? . Es por ello, que el estudio se plantea el análisis de los errores cometidos por los docentes en formación de la facultad de Ciencias de la Educación que cursan la asignatura de Estadística aplicada a la Educación durante el periodo 1-2017 a través de la identificación y clasificación de dichas manifestaciones en los sujetos de estudio. Para ilustrar las clasificaciones que se han realizado sobre los posibles errores en el conocimiento de las probabilidades, se muestra a continuación un resumen de diversas categorizaciones hechas por algunos autores al respecto:

Cuadro N° 1. Clasificación de los Errores

Autores	Los errores clásicos:
Davis (1984)	1. Reversiones binarias, 2. Errores inducidos por el lenguaje o la notación, 3. Errores por recuperación de un esquema previo, 4. Errores producidos por una representación inadecuada y 5. Reglas que producen reglas
Booth (1984)	1. La naturaleza y el significado de los símbolos y las letras, 2. El objetivo de la actividad y la naturaleza de las respuestas en álgebra, 3. La comprensión de la aritmética por parte de los estudiantes, 4. El uso inapropiado de “fórmulas” o “reglas de procedimiento”.
Rico (1995)	1. Errores debido a dificultades de lenguaje, 2. Errores debido a dificultades para obtener información espacial, 3. Errores debido a un aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos, 4. Errores debidos a asociaciones incorrectas o a rigidez del pensamiento. Interesan cinco subtipos: Errores por perseveración, Errores de asociación, Errores de interferencia, Errores de asimilación, Errores de transferencia negativa a partir de tareas previas; 5. Errores debidos a la aplicación de reglas o estrategias irrelevantes.
Esteley – Villarreal (1990, 1992, 1996)	1. Errores al operar con números reales en cálculos, planteo y resolución de ecuaciones, 2. No empleo o uso parcial de la información, 3. No verificación de resultados parciales o totales, 4. Empleo incorrecto de propiedades y definiciones (de números o funciones), 5. No verificación de condiciones de aplicabilidad de teoremas, definiciones, etc. 6. Deducción incorrecta de información o inventar datos a partir de la dada, 7. Errores de lógica: justificaciones inadecuadas de proposiciones y uso inadecuado del lenguaje, 8. Errores al transcribir un ejercicio a la hoja de trabajo.
Astolfi (1999)	1. Errores debidos a la redacción y comprensión de las instrucciones, 2. Errores resultado de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas, 3. Errores como resultado de las concepciones alternativas de los alumnos, 4. Errores ligados a las operaciones intelectuales implicadas, 5. Errores en los procesos adoptados, 6. Errores debidos a la sobrecarga cognitiva en la actividad, 7. Errores que tienen su origen en otra disciplina, 8. Errores causados por la complejidad propia del contenido.
Saucedo - Iaffei - Scaglia (2002)	1. Datos mal utilizados, 2. Interpretación incorrecta del lenguaje, 3. Empleo incorrecto de propiedades y definiciones, 4. Errores al operar algebraicamente, 5. No verificación de resultados parciales o totales, 6. Errores lógicos, 7. Errores técnicos.

Fuente: Engler, Gregorini, Müller, Vrancken, Hecklein, Cadoche, Brillada adaptado por Osorio y Pandares (2017).

Para afirmar la importancia del estudio de los errores cometidos por los docentes en formación en los temas de probabilidades, se mencionan a continuación algunas investigaciones

dedicadas a la identificación y clasificación de los errores cometidos por los estudiantes en situaciones matemáticas y cotidianas:

Osorio y Pandares (2016), en el artículo denominado “*Sesgos en el razonamiento intuitivo sobre probabilidades presentes en los estudiantes de la FaCE-UC*”, diagnosticaron errores probabilísticos en los docentes en formación vinculadas con percepciones intuitivas acumuladas a lo largo de sus vidas producto de creencias o nociones básicas sobre la idea de probabilidad, por lo que los errores conceptuales tuvieron una incidencia del 70,27% en la muestra de estudio, revelando la presencia del sesgo probabilístico conocido como *insensibilidad al tamaño de muestra*, mientras que el error denominado como *falacia del jugador* se evidenció en un 45,95% del grupo, debido a que confunden el concepto de aleatoriedad con la noción de equiprobabilidad. La notabilidad de este estudio radica en la ocurrencia de errores probabilísticos en los conocimientos conceptuales presentes en los docentes en formación, los cuales repercuten de manera inmediata en el proceso de selección de técnicas y procedimientos para la resolución de problemas, evidenciándose la relación del tema con el tratado en este estudio y se identifica que un sujeto sin tener una formación en el conocimiento probabilísticos tiende a reaccionar o contestar por intuición a los planteamientos dados, en consecuencia, tiene más posibilidades de equivocarse al contestar.

En el mismo orden de ideas, Righetti (2015) expone en su artículo titulado “*Errores detectados en estudiantes universitarios al desarrollar pruebas de asociación estadística*”, los estudiantes pueden presentar cuatro tipos de conocimientos cuando no emplean correctamente una información, por lo que denomina a dicho conocimiento como frágil, al investigar sobre los errores cometidos por éstos, los docentes pueden determinar el origen de los errores y no considerarlo como una ausencia de información; por lo que desarrolló un estudio exploratorio

descriptivo aplicando un cuestionario en la primera etapa del estudio, en la segunda etapa se desarrollaron entrevistas. En el caso del cuestionario se plantearon contenidos conceptuales junto a los contenidos procedimentales relacionados a correlación, regresión y tablas de contingencia, siendo evaluados los primeros a través de preguntas con opciones múltiples, mientras que los contenidos procedimentales se requerían la resolución de dos problemas. Los resultados revelaron que en el caso de los errores conceptuales el 78,5 por ciento respondió incorrectamente sobre la definición del valor influyente de una recta de regresión, el 53,9 por ciento no identifica la variable dependiente en un análisis de regresión, el 20 por ciento no identifica el coeficiente de correlación mientras un 14 por ciento de la muestra no reconoce la prueba de independencia como una técnica para asociar dos variables categóricas.

Con respecto a los errores procedimentales, se determinó que los estudiantes muestran debilidades al emitir las interpretaciones sobre: a) el intervalo de confianza para la pendiente en un 82,3 por ciento, b) la hipótesis en términos de problema en un 55,7 por ciento, c) los coeficientes de la recta de regresión en un 49 por ciento, d) los enunciados de los supuestos en los que se basa la metodología estadística y e) en la conclusión de la prueba de hipótesis en un 36,7 por ciento. En cuanto a las correlaciones, se observó que el 96,4 por ciento no reconoce el estimador del coeficiente de correlación, un 92,4 por ciento no reconoce la fuerza de asociación entre las variables y el 82,1 por ciento no señala hipótesis en términos estadísticos. Finalmente, en cuanto a las tablas de contingencia los errores se presentaron al interpretar un residual en un 77,6 por ciento y se plantearon incorrectamente las hipótesis estadísticas en un 38,3 por ciento; por lo que comprobaron que en los errores procedimentales alcanzaron los porcentajes más altos en los bloques temáticos como Desarrollo con un 92,8 por ciento, Planteamiento de hipótesis con

el 85,71 por ciento y Conclusión con un 77,6 por ciento; por lo que plantea que los docentes deben concientizar a los estudiantes para que identifiquen sus dificultades y así superan los errores que indican que poseen problemas de aprendizaje .

En la relación con la investigación presentada, este antecedente es relevante en lo que concierne con los contenidos conceptuales y procedimentales, que son importantes en el proceso de resolución de problemas en el conocimiento probabilístico. De igual manera la visión que le da el autor al referirse que el estudiante debe identificar su error para luego poder superarlo. García (2013), en su trabajo de maestría titulado “*Aprendizaje de la estadística y la probabilidad en secundaria*”, indica que los estudiantes cometen menos errores si en los planteamientos de contexto cotidiano obtienen los datos en frecuencias absolutas o en porcentajes que en aquellos casos donde el procedimiento no es explícito, por lo que la posibilidad de incurrir en un error es mayor; sin embargo, al tener datos relativos o que estén presentes en el enunciado, los estudiantes no los identificaban, por lo que realizaban cálculos innecesarios que producían un error por enfrentarse a dudas no pronosticadas.

Adicionalmente, concluye que cuando el enunciado carece de datos numéricos (sean absolutos o relativos), sin importar el contexto en el que sean planteada la situación, se incrementa la cantidad de respuestas erróneas por parte de los estudiantes, dando justificaciones menos amplias o pobres cuando los datos son relativos. En estos últimos casos, los estudiantes intentan hacer cálculos, pero no los concluyen o son presentados de manera incorrecta provocando errores procedimentales, por lo que sus respuestas son menos razonadas. Por otra parte, los estudiantes emplean la comparación entre los casos favorables y los posibles de manera incorrecta. Concluye el autor, que los errores cometidos por los alumnos cuando al emplear el razonamiento estocástico son consecuencia de la naturaleza de los datos o del contexto en que se

plantean, apreciando mayor dificultad cuando se trata de situaciones personales o científicas que las presentadas en el contexto matemático, porque sus cálculos son justificados sin mayor atención a los enunciados. El autor incita a la reflexión para producir nuevas líneas de investigación para determinar y explorar hipótesis sobre el estudio del aprendizaje de las probabilidades. En cuanto a la relación del antecedente, existe similitud en el tema abordado, como los estudiantes comenten errores en el momento de resolver ejercicios por diversos motivos.

Por su parte, Batanero, Contreras y Díaz (2012) plantean en el artículo titulado “*Sesgos en el razonamiento sobre probabilidad condicional e implicaciones para la enseñanza*” que los futuros profesionales incurren en diferentes sesgo probabilísticos, siendo considerablemente alto en los problemas de probabilidad condicional si el suceso condicionante ocurre después del condicionado, además de apreciar debilidades en la comprensión de experimentos compuestos debido a la confusión de independencia y exclusión. Resaltan que se trata de una situación preocupante ya que los profesionales posiblemente errarán en hechos que ameriten un conocimiento probabilístico por lo que recomiendan el uso de diversas estrategias y recursos que apoyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las probabilidades. En concordancia con este estudio, se toma la debilidad que tienen los profesores en formación con el conocimiento probabilísticos y los errores que tienen puedan tener ellos en el sesgo probabilístico.

Los investigadores Ruano, Socas y Palarea (2008), en su trabajo “*Análisis y clasificación de errores cometidos por alumnos de secundaria en los procesos de sustitución formal, generalización y modelización en álgebra*”, cuyo objetivo principal fue analizar y clasificar los errores cometidos por un grupo de alumnos de secundaria en los procesos de sustitución formal,

generalización y modelización, presentaron un estudio sobre tres métodos específicos del lenguaje algebraico: la sustitución formal, la generalización y la modelización. En definitiva, independientemente del origen del error, la superación del mismo requiere una participación activa del estudiante, para ello el profesor debe provocar conflicto en la mente del alumno a partir de la inconsistencia de sus propios errores y buscar estrategias para que participe activamente en la resolución del conflicto, sustituyendo los conceptos falsos por la comprensión conceptual adecuada. Este antecedente es relevante para esta investigación, por la metodología empleada, los contenidos tratados, el error como tema de discusión y las posibles estrategias que tiene el estudiante para resolver los planteamientos

Metodología

Según el tipo de investigación, el estudio fue de campo, los datos se obtuvieron a través de una realidad inminente, se realizó el contacto directo con las unidades de análisis, sobre el asunto, Palella y Martins (2012) establecen que las investigaciones de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural” (p. 88). El trabajo de campo, fue acompañado de un diseño transeccional descriptivo, Hernández, Fernández y Baptista (2014). El estudio se realizó enmarcado en una investigación de carácter descriptivo haciendo posible el análisis sistemático de la situación de problemática. En cuanto al conjunto de individuos que fueron objeto de estudio, partiendo de estos supuestos, Chourio (2012), expresa que la población es: “entendida ésta como una serie de elementos físicos (personas, animales u objetos materiales) con características similares, ubicadas en un espacio geográfico en un lapso de tiempo dado, sobre los cuales interesa realizar una investigación”. (p. 87). Atendiendo a estas consideraciones, la población fueron los 500 estudiantes inscritos en la Asignatura Estadística

Aplicada a la Educación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo, Venezuela, los cuales están agrupados en 25 secciones de aproximadamente 20 estudiantes cada una, en los tres turnos (mañana, tarde y noche), del sexto semestre de la Licenciatura en Educación en el periodo lectivo 1-2017.

Una vez definida la muestra de estudio y calculado el tamaño de la misma mediante la ecuación para poblaciones finitas considerando la cantidad de la población y el error de investigación, se obtuvo como resultado cinco (5); es decir que las veinticinco (25) secciones denominadas unidades primarias muestrales, se seleccionaron cinco (5); para lo cual, se utilizó un muestreo por conglomerado monoetápico, siendo cada sección un conglomerado integrado de unidades elementales (estudiantes) con diferencias marcadas entre sí, para garantizar la aleatorización de la muestra. Al respecto, Chourio (2012), afirma: "...es conveniente reducir la cantidad de elementos, tomando una porción de la población; esta reducción de la población o esta porción de elementos de la población, se denomina muestra". (p. 88). Como resultado, pertenecieron a la muestra de estudio 125 estudiantes reunidos en las 5 secciones seleccionadas.

Recolección de los datos

Se utilizó la técnica de la prueba para identificar los posibles errores que pueden presentar los estudiantes al momento de evaluar el contenido de probabilidades, cuantificando la presencia de las dificultades procedimentales y como instrumento para la recolección de los datos se empleó la prueba de ensayo, la cual estuvo compuesta por cinco reactivos con dos apartados cada uno, relacionados con los contenidos de la unidad de probabilidades: tipos de eventos, variable aleatoria, distribución binomial y distribución normal. La construcción de la prueba estuvo a cargo de los investigadores. Se tomó en consideración la validez de contenido realizada por los

expertos y la confiabilidad del instrumento fue de 90 por ciento, con el método de mitades partidas.

Resultados y discusión

Luego de aplicar la prueba de probabilidades a los estudiantes de la asignatura Estadística Aplicada a la Educación, se categorizaron los errores observados diferenciándolos de las respuestas correctas. Los resultados se muestran a continuación en tablas de frecuencias, donde en la tabla N° 1, se presenta la información obtenida del primer reactivo dedicado al contenido de eventos probabilísticos.

Tabla de frecuencia N° 1. Respuestas del primer reactivo

RESPUESTA	APARTADO 1		APARTADO 2	
	f	%	f	%
<i>Datos mal utilizados</i>	11	9	18	14
<i>Interpretación incorrecta del lenguaje</i>	15	12	12	10
<i>Errores al operar algebraicamente</i>	8	6	15	12
<i>No verificación de resultados parciales o totales</i>	12	10	11	9
<i>Redondeo mal utilizado</i>	35	28	26	20
<i>Respondió correctamente</i>	30	24	31	25
<i>No respondió</i>	14	11	12	10
Total	125	100	125	100

Fuente: Osorio y Pandares (2017)

En la tabla de frecuencia n° 1, se aprecia que el error con mayor ocurrencia tanto en el apartado 1 como en el 2, fue aplicar incorrectamente los criterios de aproximación o redondeo de cifras, ya que existe una incidencia del 28 por ciento en el enunciado 1 y de un 20 por ciento en el 2. Asimismo, se observa que el mal uso de los datos e interpretar incorrectamente el lenguaje son dos de los errores más frecuentes en ambas situaciones planteadas, constituyendo de esta manera tres errores constantes en el tema de probabilidades. Es preciso señalar, que

aproximadamente un cuarto de la muestra logró responder correctamente en los dos aspectos y un 10% de los estudiantes se abstuvieron de emitir respuesta en ambos apartados del reactivo 1.

Tabla de frecuencia N° 2. Respuestas del segundo reactivo

RESPUESTA	APARTADO 1		APARTADO 2	
	f	%	f	%
<i>Datos mal utilizados</i>	10	8	24	19
<i>Interpretación incorrecta del lenguaje</i>	0	0	5	4
<i>Errores al operar algebraicamente</i>	20	16	22	18
<i>No verificación de resultados parciales o totales</i>	46	37	35	28
<i>Redondeo mal utilizado</i>	15	12	5	4
<i>Respondió correctamente</i>	34	27	20	16
<i>No respondió</i>	0	0	14	11
Total	125	100	125	100

Fuente: Osorio y Pandares (2017)

En la tabla N° 2, se presenta la información obtenida del segundo reactivo dedicado al contenido de variable aleatoria, donde el error más frecuente en ambos apartados fue no verificar los resultados parciales o totales, con una incidencia del 37 por ciento y del 28 por ciento en los apartados 1 y 2 respectivamente. No obstante, se evidencia el contraste con este contexto, ya que el error con menos tendencia de ocurrencia fue el de interpretar incorrectamente el lenguaje, puesto que en el apartado 1 no hubo evidencias de este error y en el apartado 2 solo el 4 por ciento presenta dicha situación. Retomando los errores más frecuentes, se puede señalar que el realizar operaciones algebraicas incorrectamente representa un error recurrente en el contenido anteriormente mencionado, al igual que el mal uso de los datos, lo que pudiese estar relacionado en gran parte en la aparición del error de los cálculos incorrectos por operaciones algebraicas. Por otra parte, en lo que concierne a las respuestas correctas u omisión de las mismas, se aprecia

que hay mayor tendencia a responder correctamente el enunciado 1, donde no hubo estudiantes sin emisión de respuesta, situación que contrasta con lo observado en la proposición 2, donde el porcentaje de respuesta correctas es menor que en el apartado 1 mientras que la abstención es mayor.

Tabla de frecuencia N° 3. Respuestas del tercer reactivo

RESPUESTA	APARTADO 1		APARTADO 2	
	f	%	f	%
<i>Datos mal utilizados</i>	32	26	20	16
<i>Interpretación incorrecta del lenguaje</i>	0	0	0	0
<i>Errores al operar algebraicamente</i>	21	17	22	18
<i>No verificación de resultados parciales o totales</i>	20	16	25	20
<i>Redondeo mal utilizado</i>	22	17	23	18
<i>Respondió correctamente</i>	25	20	25	20
<i>No respondió</i>	5	4	10	8
Total	125	100	125	100

Fuente: Osorio y Pandares (2017)

En la tabla N° 3, se presenta la información obtenida del tercer reactivo dedicado al contenido de Distribución binomial, apreciándose que el error más frecuente es la escasa o ausencia de verificación de resultados parciales o totales; aunque en el apartado 1 el mal empleo de los datos tiene una incidencia en el 26 por ciento de los casos. No obstante, se observó de manera constante la aparición de los errores de operación algebraica incorrecta y el mal empleo de los criterios de redondeo de cifras; en contraste, no se evidenció una incorrecta interpretación del lenguaje en ninguno de los dos apartados. Sobre las respuestas correctas o no respondidas, en el enunciado 1 se mantiene la tendencia de que aproximadamente el 20 por ciento de la muestra emita respuestas correctas y en el caso de las no contestadas, existe un menor porcentaje en el apartado 1 en comparación con el 2.

Tabla de frecuencia N° 4. Respuestas del cuarto reactivo

RESPUESTA	APARTADO 1		APARTADO 2	
	f	%	f	%
<i>Datos mal utilizados</i>	21	17	15	12
<i>Interpretación incorrecta del lenguaje</i>	0	0	1	1
<i>Errores al operar algebraicamente</i>	10	8	20	16
<i>No verificación de resultados parciales o totales</i>	25	20	13	10
<i>Redondeo mal utilizado</i>	31	25	35	28
<i>Respondió correctamente</i>	30	24	35	28
<i>No respondió</i>	8	6	6	5
Total	125	100	125	100

Fuente: Osorio y Pandares (2017)

En la tabla N° 4, se presenta la información obtenida del primer reactivo dedicado al tema de Distribución Normal, donde se observó que cerca de un cuarto de los docentes en formación pertenecientes a la muestra de estudio, respondieron correctamente en ambos apartados, pero aproximadamente ese mismo porcentaje de personas incurren en el error de aplicar de manera incorrecta los criterios de aproximación o redondeo de cifras, con mayor inclinación a cometer dicho error en el apartado 2. En este contenido, la aparición de los diferentes errores detectados se distribuye de manera dispersa entre los apartados, sin embargo, se logró determinar que el más frecuente es el redondeo mal utilizado y el menos frecuente es interpretar incorrectamente el lenguaje.

Conclusiones y recomendaciones

Para efecto de esta investigación, se consideró el cuadro compilado de clasificación de los errores de Engler, Gregorini, Müller, Vrancken, Hecklein, Cadoche y Brillada (2009) y adaptado por los autores, destacando el error denominado “*mal empleo de los criterios de aproximación o redondeo de cifras*”, propuesto por Saucedo-Iaffei-Scaglia (2002), ya que aparece en tres de los

cuatro reactivos como el primer o segundo error de mayor incidencia. Cabe destacar, que el mismo está relacionado con lo planteado por Esteley-Villarreal (1990, 1992, 1996) como *empleo incorrecto de propiedades y definiciones (de números o funciones)*, Rico (1995) *errores debidos a la aplicación de reglas o estrategias irrelevantes* y Booth (1984) *el uso inapropiado de “fórmulas” o “reglas de procedimiento”*, traduciéndose en una debilidad recurrente a lo largo del tiempo. Seguidamente se consideraría a *la verificación de los resultados parciales o totales*, presentado por los autores Esteley – Villarreal (1990, 1992, 1996) y Rico (1995) como *la no verificación de resultados parciales o totales* y como *errores debido a un aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos* respectivamente.

De esta manera, el error de **mal uso de los datos**, clasificado por Esteley – Villarreal (1990, 1992, 1996) como *el no empleo o uso parcial de la información* y por Rico (1995) como *errores debido a dificultades para obtener información espacial*, representa uno de los errores usuales, pero con bajo porcentaje de ocurrencia, al igual que la **incorrecta aplicación de operaciones algebraicas** como errores, determinados por Esteley – Villarreal (1990, 1992, 1996) como *errores al operar con números reales en cálculos, planteo y resolución de ecuaciones* y por Booth (1984) como *el objetivo de la actividad y la naturaleza de las respuestas en álgebra*. Por otra parte, el **error de interpretación incorrecta del lenguaje** se diagnosticó con menor frecuencia entre los estudiantes, siendo el menos presente en los resultados obtenidos.

Ante estos hallazgos, se recomienda hacer un seguimiento constante a la enseñanza y aplicación de los criterios de aproximación de cifras en contenido y temática educativo a fin de lograr un aprendizaje significativo en el docente en formación que permita minimizar la presencia de este error, posiblemente corregir los errores de cálculo en los resultados. Se insiste, además, en la necesidad de contextualizar los ejemplos, caracterizando los ejercicios planteados

no solo en el ámbito educativo sino en situaciones cotidianas, donde el estudiante pueda verificar los resultados de forma representativa así sea una práctica consiente que se produce de manera natural sin la necesidad de que constituya una obligación. Finalmente, es necesario reforzar el lenguaje empleado a fin de que las interpretaciones, junto con los análisis estadísticos presentados por los docentes en formación sean cada vez más enriquecidos.

Referencias

Batanero, C. y Godino, J. (2002) *Perspectivas de la Educación Estadística como área de la investigación. Líneas de Investigación en Didáctica de la Matemáticas*. 203-226. [En línea] Disponible en: <http://www.ugr.es/~batanero/publicaciones%20index.htm>[Consulta: 01 de diciembre de 2017].

Batanero, C. Contreras, M. y Díaz, C. (2012). *Sesgos en el razonamiento sobre probabilidad condicional e implicaciones para la enseñanza*. Revista digital Matemática, educación e internet. Vol 12 N° 2. Disponible en <http://www.tec-digital.itcr.ac.cr//revistamatematica/>[Consulta: 01 de diciembre de 2017].

Chourio, J. (2012). *Estadística II Aplicada a la Investigación Educativa*. Primera edición, Signos, Ediciones y Comunicaciones, C.A. Valencia, Venezuela.

Engler, A. Gregorini, M. Müller, D. Vrancken, S. Hecklein, M. Cadoche, L. y Brillada, A. (2009). *Los Errores en el aprendizaje de Matemática* Revista *Elementos de Matemática*. Universidad CAECE. Vol. XVIII. Número 70. Buenos Aires.

García, R. (2013). *Aprendizaje de la estadística y la probabilidad en Secundaria*. Trabajo fin de Máster de formación del Profesorado de Secundaria especialidad: Matemática. Universidad

de Cantabria. Disponible en

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/2939/Garcia%20Garcia%20Ricardo.pdf?sequence=1>. [Consulta: 01 de diciembre de 2017].

Godino, J. Batanero, C. y Font, V. (2002). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas para maestros*. Revista Didáctica de las Matemáticas para maestros. España.

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.

Mohamed, N. Ortiz, J. y Serrano, L. (2014). *Capítulo 9: Evaluación del conocimiento y las creencias de profesores en formación sobre la probabilidad*. Libro: *Investigaciones actuales en Educación Estadística y Formación de profesores*. Universidad de Granada.

Osorio, C. y Pandares, A. (2016). *Sesgos en el razonamiento intuitivo sobre probabilidades presentes en los estudiantes de la FaCE– UC*. Revisa ARJE. N° 21 Volumen 11.

Palella, S. y Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Real Academia Española. (2016). *Diccionario de la Real Academia Española*[En línea] Disponible en: <http://www.dle.rae.es/?w=diccionario>[Consulta: 01 de octubre de 2017].

Righetti, A. (2015). *Errores detectados en estudiantes universitarios al desarrollar pruebas de asociación estadística*. Revista Investigación operativa. Año XXII N° 38, 78-98. Universidad nacional de córdoba.

Ruano, R. Socas, M. y Palarea, M. (2008). *Análisis y clasificación de errores cometidos por alumnos de secundaria en los procesos de sustitución formal, generalización y modelización en álgebra*. PNA 2(2), 61-74. Séptimo Simposio de la Sociedad Española de

Investigación en Educación Matemática (*SEIEM*). Granada: Editorial Universidad de Granada.

Vásquez, C. y Alsina, A. (2014). *Enseñanza de la Probabilidad en Educación Primaria. Un desafío para la Formación Inicial y Continua del Profesorado*. Números Revista de Didáctica de las Matemáticas. España.

Clemente R. Osorio F.:

Licenciado en Educación, Máster en Investigación Educativa, Candidato a Doctor en Educación. Profesor de pre-grado y postgrado FaCE-U.C. Profesor de postgrado UNITEC. Director UE Bejuma-MPPPE. Investigador y Autor de artículos científicos relacionados con la enseñanza de las probabilidades. Participación en calidad de asistente y ponente a seminarios, cursos y congresos. Tutor y jurado de trabajos de grado de maestría. Miembro de la comisión revisora de proyectos de investigación de la maestría UNITEC.

Argelia M. Pandares T.:

Licenciada en Educación. Magister en Educación Matemática. Profesor de pre-grado y postgrado de FaCE-U.C. Investigadora y autora de artículos científicos relacionados con la enseñanza de la estadística. Participación en calidad de asistente, ponente y organizadora de eventos científicos. Jurado de trabajos de grado de maestría. Arbitro de artículos científicos. Miembro del comité editorial del libro LUCES de la FaCE-U.C