



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarria S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898473*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.
<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

ISSN: 2007 – 7890.

Año: V Número: 2 Artículo no. 5 Período: Octubre, 2017 – Enero 2018.

TÍTULO: Estadística aplicada a la investigación educativa.

AUTOR:

1. Dr. Michel Enrique Gamboa Graus.

RESUMEN: Este trabajo se enfocó en la utilidad de la Estadística para la investigación educativa.

Se presentaron aspectos relacionados con conceptos fundamentales como población, muestra, variables estadísticas, escalas de medición, entre otros vinculados a exposición y análisis de datos estadísticos. Se presentaron ejemplos de cómo aplicar tales conceptos, en función del contexto y la finalidad de la investigación, así como insuficiencias que se manifiestan al respecto. Asimismo, se presentaron alternativas para la controvertida conversión de escalas ordinales a otras de intervalos y ejemplos de escalas que cumplen los requisitos establecidos. Además, se mostró cómo sintetizar los datos en valores representativos al llevar a cabo la indagación empírica, para tomar en cuenta el impacto de los resultados en la muestra como totalidad.

PALABRAS CLAVES: Estadística aplicada, investigación educativa.

TITLE: Statistics applied to educational research.

AUTHOR:

1. Dr. Michel Enrique Gamboa Graus.

ABSTRACT: This work focused on the usefulness of Statistics for educational researches. This was done by presenting aspects related to fundamental concepts such as population, sample, statistical variables, measurement scales, among others, linked to display and analysis of statistical data. The article presented examples of how to apply such concepts to educational researches, according to the context and the purpose of the research, as well as shortcomings that appear in this regard. In addition, the author presented the topic of changing ordinal scales to others of evenly distributed intervals. In addition, he insisted on the need to synthesize data into representative values and take into account the impact of the results on the sample as a whole.

KEY WORDS: Applied statistics, educational research.

INTRODUCCIÓN.

Este artículo es resultado de una conferencia que se impartió como parte del Simposio Internacional de Educación y Pedagogía “Apropiación, generación y uso solidario del conocimiento”. El mismo se desarrolló en la Universidad de Las Tunas, Cuba, y estuvo dirigido a agentes educativos de todos los niveles, áreas y ámbitos de la educación de América y Europa.

Aquí no aparecen todas las particularidades tratadas en la conferencia por cuestiones elementales de espacio, en función del ajuste a las normas de publicación de la revista. Así es que este artículo se concentra en aspectos que mayores dificultades ha encontrado el autor en las investigaciones que dirige y evalúa regularmente. Como complemento se puede acceder a Gamboa (2016).

En este trabajo se presentan temas como el de calcular y seleccionar las muestras, además de recoger información y clasificarla con diferentes escalas de medición, presentarla mediante tablas

y gráficos, la interpretación de la misma en diferentes contextos, así como establecer tendencias de grupo de datos, realizar comparaciones y determinar relaciones entre indicadores para las proyecciones de variables a corto, mediano y largo plazo. Se hace un recorrido y se practican varios principios estadísticos y se desarrollan habilidades para la obtención y el manejo práctico de la información. Así se tratan temas que brindan la posibilidad de la comprobación de hipótesis y el análisis de procesos para la toma de decisiones en investigaciones dirigidas a diferentes contextos.

En la actualidad es ampliamente reconocida la incidencia de la Estadística aplicada al desarrollo de investigaciones. Es cada vez más utilizada en la recopilación y análisis de datos referidos a conjuntos lo más numerosos posible, donde destacan la variabilidad y la incertidumbre. En la actualidad se ha convertido en una ciencia fundamental para tomar decisiones acertadas.

No obstante, este contexto no ha repercutido con la fuerza que se requiere en la formación de los profesionales de la educación; por ejemplo, la disciplina Estadística representa solo el 0,89% con respecto a las 6716 horas del currículo en la formación inicial de profesores cubanos de Matemática-Física. El escenario es similar con profesores de otras áreas. Esto ha traído como consecuencia que todavía se presenten significativas dificultades para lograr una formación estadística básica que consolide la posibilidad de explicar adecuadamente las relaciones entre los datos en las investigaciones científicas que se desarrollan. Algunas manifestaciones de insuficiencias son las siguientes:

- Poblaciones que no se corresponden con la naturaleza de sus unidades de análisis.
- Muestras que no son representativas de la población en función del contexto y la finalidad de la investigación.
- Muestreos intencionales por sobre los aleatorios, con posterior generalización acrítica de los resultados a la población.

- Escalas de medición que no se corresponden con los requisitos de sus indicadores.
- Conclusiones sobre la base de datos que no han ocurrido en diferentes momentos.
- Generalizaciones sin determinar la incertidumbre.
- Toma de decisiones sobre la base de hechos aislados e insuficientes datos.
- Selección arbitraria de pruebas estadísticas de validación de los resultados.
- No coherencia entre objetivo de la investigación, determinación de las variables que proporcionan los datos estadísticos y fiabilidad de los instrumentos de medición.

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

La intención de este artículo, entonces, es que los lectores valoren la utilidad de la Estadística, así como que puedan aplicar los contenidos esenciales de la teoría de las probabilidades y los métodos estadísticos, de manera que permitan los análisis descriptivos e inferenciales de valores de variables. Esto se hace en función de potenciar las investigaciones desde la interpretación y solución de problemas profesionales para arribar a conclusiones válidas y tomar decisiones razonables.

DESARROLLO.

La importancia de la Estadística para la investigación educativa.

La Estadística se divide en dos ramas fundamentales, la descriptiva y la inferencial. La primera se encarga de la recolección, organización, presentación y análisis de datos de muestras o poblaciones en función de la descripción e interpretación de los mismos. La segunda se encarga de arribar a conclusiones válidas y tomar decisiones razonables sobre las mismas en función de la inducción o generalización de nuevos conocimientos a partir del estudio de muestras derivadas de poblaciones. Este artículo se concentra en la primera de ellas, si bien se refieren algunas cuestiones de la segunda.

Otra clasificación de la Estadística que se utiliza en la literatura es en paramétrica y no paramétrica. La primera se encarga de hacer estimaciones y pruebas de hipótesis sobre parámetros con distribución probabilística conocida (ejemplo, distribución normal). En la segunda no se conoce a priori la distribución que siguen los parámetros que se están estudiando y no se puede asumir que se ajustan a criterios o modelos paramétricos; de tal forma, los mismos datos determinan la distribución con la que se establecen las pruebas de hipótesis. Un trabajo posterior se dedicará a complementar este con aspectos de las pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas, así como los requisitos de aplicación de estas pruebas.

La Estadística es esencial en las investigaciones educativas en varias de sus etapas (McPherson, 2013). Sus métodos se pueden encontrar desde la fase exploratoria del problema de investigación, mediante el procesamiento de cuestionarios o guías de observación, hasta en la verificación de la validez de los aportes, al diseñar la instrumentación práctica y realizar la valoración final de los resultados alcanzados (Escalona & Gómez, 2012).

Varios autores destacan la importancia de la Estadística para la investigación educativa en diferentes ámbitos sociales, políticos y económicos. Es incuestionable su reconocimiento,

valoración y utilidad para interpretar, describir y predecir situaciones reales en función de mejorar la realidad. Pérez, Hernández & García (2007) resaltan varios momentos del proceso en las investigaciones pedagógicas: en la determinación del problema científico, en la elaboración de la propuesta que permita su solución, y en la valoración de la misma en la práctica educativa.

Población y muestra.

Se comienza con el estudio de población y muestra, porque es importante que los lectores comprendan desde el principio que los datos se recopilan usualmente para examinar o describir poblaciones específicas; no obstante, después de presentar el siguiente tema de las variables se volverá a este para introducir cómo lograr la representatividad de la muestra seleccionada.

La población, para una investigación educativa, es el conjunto de elementos sobre el que interesa obtener conclusiones o hacer inferencias para la toma de decisiones. Estos elementos suelen ser personas. Los valores de la población son representativos a través de parámetros como la media (μ), varianza (ρ^2), desviación estándar (ρ) o proporción poblacional (P). Existe un convenio internacional de simbolizarlos con letras griegas, las que serán utilizadas luego en las fórmulas que se utilizarán en este artículo.

Normalmente, el tamaño de la población (N) es demasiado grande para poder abarcarla en su totalidad en función de la investigación que se quiere desarrollar; de ahí que se opte por trabajar con solo una parte de la misma, un tamaño de muestra (n) más pequeño. En este sentido, la muestra es un subconjunto de la población al que se tiene acceso y debe ser representativa de esta porque sobre ella se hacen las mediciones pertinentes, aspecto que se tratará más adelante. De igual forma que la población, la muestra también tiene sus valores representativos que se utilizan como estimadores, como la media (\bar{x}), varianza (S^2), desviación estándar (S) o proporción de la muestra (p). En este caso el convenio establece simbolizarlos con letras latinas.

Los investigadores más experimentados comienzan por definir la población total bajo investigación, para luego ocuparse en la determinación de una parte de esta que sea representativa; sin embargo, los investigadores más novatos insisten en hacerlo a la inversa. Ellos determinan un pequeño grupo para conducir la investigación. Luego se complican al evaluar la incertidumbre en la introducción y generalización de los resultados que obtienen. Es pertinente destacar que puede haber ocasiones en que se puede acceder sin dificultad a toda la población y no es necesaria una muestra.

Variables estadísticas.

Las variables estadísticas son condiciones, factores o cualidades que pueden ser observadas, tienen la propiedad de poder variar, de asumir valores, y por tanto, es una característica medible (se necesitan escalas de medición). Una clasificación predominante en la literatura científica es la que establece dos tipos de variables: cualitativas y cuantitativas. Las primeras se refieren a características que no se pueden cuantificar (el sexo, el municipio de residencia de los estudiantes, la evaluación general dada en bien, regular y mal). Las segundas pueden ser medidas numéricamente de manera discreta o continua (la edad de los estudiantes de una escuela, las notas de las asignaturas en la escala de 0 a 100 puntos) (Escalona & Gómez, 2012).

Un significativo número de autores, Cohen, Manion & Morrison (2015), Villasís & Miranda (2016), entre otros, sostienen que las investigaciones con regularidad conciernen relaciones entre variables. Una variable independiente es una que se introduce y causa un resultado particular. Es un estímulo que condiciona una respuesta, que se puede modificar para afectar un resultado. Una variable dependiente es el resultado, el cual es causado por la independiente. Esta es el efecto, la consecuencia de o la respuesta a la variable independiente.

En Gamboa (2007), los profesores de Educación Secundaria Básica proporcionaron coherencia curricular (variable dependiente) al proceso de programación de aula de Matemática con la articulación de las interacciones de su contexto de aprendizaje (variable independiente), a partir del diseño de unidades didácticas contextualizadas como forma de planificar un proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura (vía o forma). En tal sentido, el proceso de recolección de información debe dirigirse fundamentalmente a la variable dependiente. Los instrumentos deben enfocarse a los elementos que caracterizan a dicha variable, a sus dimensiones e indicadores, o a los elementos de las otras variables que están presentes en el proceso, y tienen una estrecha relación con ella (Escalona & Gómez, 2012); sin embargo, hay un rango de cuestiones por considerar cuando se trabaja con estos tipos de variables. En Cohen, Manion & Morrison (2015) se destacan las siguientes:

- La dirección de causalidad no es siempre clara (una variable independiente puede volverse dependiente y viceversa).
- La dirección de causalidad puede ser bi-direccional.
- Supuestos de asociación pueden no ser de causalidad.
- Puede haber un rango de otros factores relacionados con el resultado.
- Pueden haber causas (variables independientes) detrás de las causas identificadas (variables independientes) que tienen conexiones con la variable dependiente.
- La variable independiente puede causar algo más, y ser esto lo que cause el resultado (variable dependiente).
- La causalidad puede ser no lineal, en lugar de lineal.
- La dirección de la relación puede ser negativa, en lugar de positiva.
- La magnitud de la relación puede ser poco precisa.

Representatividad de la muestra.

Existen reglas básicas para el diseño de los modelos estadísticos. Entre ellas destaca el hecho de lograr la representatividad de la muestra seleccionada en función del contexto y la finalidad de la investigación. Al respecto, hay que considerar tanto el tamaño de la muestra como la calidad en la selección de sus elementos. Esta es una de las decisiones que con mayor frecuencia se encuentran dificultades en las investigaciones.

Tamaño de la muestra.

El tamaño de muestra es fundamental tanto en la pertinencia del método de inferencia estadístico que se utilice como en el grado de impacto que se logre en sus resultados (Rositas, 2014). Desarrollar una investigación puede resultar un trabajo bien costoso en términos materiales, de tiempo y accesibilidad. De ahí que sea necesario que con un tamaño adecuado se puedan obtener resultados que se puedan generalizar a la población. Al respecto, si espera encontrar una respuesta sencilla y definitiva, como un porcentaje de la población, entonces se equivocan. De hecho, mientras mayor sea el tamaño de la población menor será la proporción de esta requerida en la muestra. Más adelante se presentará un ejemplo en el que la muestra requerida fue el 66% de la población, y otro en el que solo fue el 2,69%. El tamaño depende del objetivo de la investigación, de la naturaleza de la población que se estudia, el nivel de exactitud requerido, el número de variables incluidas en la búsqueda, y el tipo de investigación, entre otros aspectos a tener en cuenta (Cohen, Manion & Morrison, 2015).

Muchos autores sostienen que 30 es el número mínimo de elementos de una muestra para poder usar algunas formas de análisis estadísticos sobre los datos obtenidos; no obstante, este suele ser un número muy pequeño para la fiabilidad. Otros insisten en que si existe un elevado potencial de variabilidad en las respuestas de los participantes en la investigación, entonces esto incrementará

el tamaño requerido de la muestra (Gorard, 2003). Entretanto, Bailey (2007), Rositas (2014), y otros sostentan que el tamaño de la muestra depende tanto del tamaño de la población como de su heterogeneidad. Así, para poblaciones de similar heterogeneidad en la variable que se estudia, mientras mayor sea la población mayor deberá ser la muestra. Entretanto, para poblaciones de igual tamaño, mientras mayor sea la heterogeneidad mayor deberá ser la muestra.

Otro aspecto a considerar es la naturaleza de las variables de estudio. Contrariamente a lo que muchos investigadores piensan inicialmente, típicamente las variables cualitativas requieren mayores tamaños de muestras que las cuantitativas (Bartlett, Kotrlik & Higgins, 2001). Algunos (Borg & Gall, 1996) plantean aspectos que incrementan el tamaño de las muestras. Entre estos destacan la heterogeneidad con respecto a la variable que se analiza, que haya muchas variables, que se esperen pequeñas diferencias o relaciones, cuando la muestra será dividida en subgrupos de estudio, cuando no se puede acceder a medidas fiables de la variable dependiente. Al respecto Oppenheim (1992) añade la perspectiva de la naturaleza de las escalas que se utilizarán para las mediciones, mientras mayor sea el número de posibles categorías mayor tendrá que ser la muestra. En muestreos probabilísticos, además del tamaño de la población, es necesario considerar los márgenes de error que se desean tolerar. Esto se expresa en niveles e intervalos de confianza. Si se quieren mayores niveles de confianza entonces se debe incrementar el tamaño de la muestra. En tal sentido, es importante que se tenga conocimiento sobre tres aspectos cardinales: el nivel de confianza que produce un valor crítico (Z), el máximo error permisible (e) y la variabilidad que se tenga que trabajar. Si la investigación es sobre variables cuantitativas entonces la variabilidad estaría representada por la varianza (ρ^2) o la desviación estándar (ρ); sin embargo, si fueran variables cualitativas entonces se tendrían que usar las probabilidades (pq). También es esencial que se relacionen estos requisitos.

Es oportuno señalar que en varias fuentes se critica al término nivel de confianza por razones semánticas, aunque es preferible utilizarlo por la idea de cierto grado de seguridad que brinda a los investigadores sobre hasta dónde pueden confiar en los resultados. Este se refiere a la probabilidad a priori de que el intervalo de confianza a calcular contenga al verdadero valor del parámetro. Los valores que más se suelen utilizar para esto son 95% y 99% de probabilidad; sin embargo, se destacan algunos niveles de confianza que más emplea el autor, con sus respectivos valores críticos en la distribución normal (Tabla I).

Tabla I: Algunos niveles de confianza con sus respectivos valores en la distribución normal.

Nivel de confianza	99,73%	99%	98%	96%	95,45%	95%	94%	93%	90%	68,26%
Valor crítico (Z)	3,00	2,58	2,33	2,05	2,00	1,96	1,88	1,81	1,64	1,00

- Para poblaciones finitas (se conoce N).

Para poblaciones finitas el nivel de confianza con el que se trabaja la investigación produce un valor crítico (Z), al tiempo que el tamaño de la población (N) es determinada de acuerdo al contexto de la investigación que se quiere desarrollar. De igual forma, la variabilidad depende de si se investigan variables cuantitativas o cualitativas, en tanto el máximo error permisible lo define el propio investigador en función de sus objetivos.

El tamaño de muestra para variables cualitativas en poblaciones finitas es el caso más frecuente en las investigaciones educativas. Este se puede calcular de múltiples formas. Una de las más utilizadas es $n = \frac{pq}{\left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \frac{pq}{N}}$. sin embargo, por cuestiones didácticas, la que más se emplea es $n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N-1)+Z^2pq}$. Utilizar cualquiera de ellas nos brinda prácticamente la misma información, pues no presentan diferencias significativas.

En Joaquim, Gamboa & Fonseca (2017) se puede encontrar un ejemplo relacionado con este caso.

Para investigar el dominio de los contenidos relacionados con las funciones lineales, por una población de 200 estudiantes del décimo grado de una escuela angoleña, se determinó un tamaño de muestra para un nivel de confianza del 95% y un error máximo del 5%. Así se seleccionaron 132 estudiantes para realizar el estudio, lo que representa el 66% del tamaño de la población. Con cualquiera de las dos formas se obtiene este tamaño de muestra.

$$\text{Una forma: } n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N-1)+Z^2pq} = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 200}{0,05^2 \times (200-1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = \frac{192,08}{1,4579} = 131,75 = 132$$

$$\text{Otra forma: } n = \frac{pq}{\left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \frac{pq}{N}} = \frac{0,5 \times 0,5}{\left(\frac{0,05}{1,96}\right)^2 + \frac{0,5 \times 0,5}{200}} = \frac{0,25}{0,0019008} = 131,53 = 132$$

Otro ejemplo se puede encontrar en el proyecto de investigación para evaluar la calidad del aprendizaje de la Matemática en los estudiantes de la provincia Las Tunas en la Educación Secundaria (7mo a 12mo grados). Para ello, de una población de 37650 estudiantes de ese nivel que había en la provincia el año 2014, con un nivel de confianza de 99% y un máximo error permisible de 4%, se debía seleccionar una muestra de 1013, que representa el 2,69% del tamaño de la población.

$$\text{Una forma: } n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N-1)+Z^2pq} = \frac{2,58^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 37650}{0,04^2 \times (37650-1) + 2,58^2 \times 0,5 \times 0,5} = \frac{62653,37}{61,9025} = 1012,13 = 1013$$

$$\text{Otra forma: } n = \frac{pq}{\left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \frac{pq}{N}} = \frac{0,5 \times 0,5}{\left(\frac{0,04}{2,58}\right)^2 + \frac{0,5 \times 0,5}{37650}} = \frac{0,25}{0,000247} = 1012,10 = 1013$$

El tamaño de muestra para variables cuantitativas en poblaciones finitas también se puede calcular de múltiples formas. Este es prácticamente igual que para variables cualitativas, solo que para la variabilidad se utiliza la varianza (ρ^2) o la desviación estándar (ρ). Una de las más utilizadas es

$$n = \frac{\rho^2}{\left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \frac{\rho^2}{N}}. \text{ sin embargo, también por cuestiones didácticas, la que más se emplea en las}$$

investigaciones es $n = \frac{Z^2 \rho^2 N}{e^2(N-1)+Z^2 \rho^2}$. Utilizar cualquiera de ellos brinda prácticamente la misma información, pues no presentan diferencias significativas.

- Para poblaciones infinitas o muy grandes.

El tamaño de la muestra para variables cuantitativas en poblaciones infinitas, o muy grandes, se calcula de varias maneras. Una de ellas puede ser $n = (\frac{Z\rho}{e})^2$. Otra de las variantes podría ser $n = (\frac{Z\rho}{\bar{x}-\mu})^2$. El máximo error permisible es visto como la diferencia máxima entre la media de la muestra y la media poblacional.

El tamaño de muestra para variables cualitativas en poblaciones infinitas, o muy grandes, sigue el mismo criterio. En este caso, lo que sucede es que para la variabilidad se debe recurrir a las probabilidades. La probabilidad de la población que posea la característica de interés (p), y la probabilidad de que no la posea ($q = 1 - p$). En este caso sería $n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$.

Aquí se presenta un ejemplo sencillo, porque es muy frecuente en las investigaciones educativas. Se quiere conocer la muestra de la población cubana necesaria para que opine sobre lo que en Cuba se conoce como “el paquete”, materiales audiovisuales alternativos a la programación de la televisión nacional. Se desea tener un nivel de confianza del 95% y que el máximo error permisible sea del 3%.

Los datos demográficos cubanos establecen que Cuba sobrepasa los 11 millones de habitantes en estos momentos, con lo que si bien no es una población infinita, es lo suficientemente grande como para aproximarla a una distribución normal e inclinarse por esta opción de cálculo. De tal forma, el valor crítico producido por el nivel de confianza deseado es $Z = 1,96$. Además, como no se tiene otra información derivada de una muestra piloto o de un valor encontrado en un estudio

similar previo, se asume que la probabilidad se distribuye normalmente y se tiene que $p = q = 0,5$. Al mismo tiempo, el máximo error permisible es del 3%, con lo que $e = 0,03$. Luego se tiene que el tamaño de la muestra será de 1068 personas. ($n = \frac{z^2 pq}{e^2} = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,03^2} = 1067,11 = 1068$).

En resumen, el tamaño de la muestra es una cuestión de opinión o decisión que es basada en un prudente ejercicio de reflexión personal y razonamiento matemático. No puede ser acríticamente y es crucial para garantizar la representatividad. Hasta los enfoques que insisten en la utilización de fórmulas para calcular el tamaño de la muestra dejan claro que para su determinación hay involucrados elementos de incertidumbre, predicción, confianza, errores y reflexión humana.

Tipos de muestreos para la calidad de la muestra.

El muestreo es una herramienta de la investigación científica que se encarga de determinar qué parte de la población se examinará en función de obtener las conclusiones para hacer inferencias y generalizaciones. El investigador debe decidirse por uno de los muestreos, tanto los probabilísticos como los no probabilísticos (Cohen & Holliday, 1996).

Cuando se trata de muestreos no probabilísticos, las informaciones que se obtienen pueden estar sesgadas, pues el investigador toma la decisión en forma intencional y por conveniencia; no obstante, en un análisis efectuado sobre tesis doctorales (Armas, Martínez & Luis, 2013), el 90% de las tesis cualitativas indican muestras intencionales. El porcentaje es incluso superior en un estudio realizado por el autor de este artículo con 100 tesis doctorales de la provincia Las Tunas. Estas se seleccionaron sobre la base de las mayores insuficiencias o para garantizar una alta disposición de colaborar con la investigación. Los resultados que así se obtengan no se pueden generalizar a la población sin otros análisis.

En tal sentido, son recomendables los muestreos probabilísticos para la extracción de muestras aleatorias, sin estar influenciadas por la subjetividad del investigador. Esto permite que puedan ser

representativas de la población, y que tengan fundamento las pruebas de hipótesis y las estimaciones mediante inferencia estadística. Los tipos de muestreos probabilísticos más utilizados son el aleatorio simple, el sistemático, el estratificado, por conglomerados, por etapas y combinados. Estos aparecen explicados en una amplia variedad de literatura (Cohen, Manion & Morrison, 2015). Todos ellos tienen una medida de aleatoriedad y generalización. La elección para aplicarlos a la investigación no debe hacerse acríticamente, sino considerando características de la población como su tamaño y heterogeneidad en cuanto a la variable que se investiga.

El muestreo aleatorio simple está en la base de los demás. En él cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado. De tal forma se espera que la muestra tenga características similares a las de la población como totalidad. Se trata de seleccionar aleatoriamente de una lista de la población la cantidad requerida de elementos de la muestra. El hecho de que se necesite una lista completa de la población es precisamente su principal problema, porque esta no está siempre disponible. Como consecuencia, se recomienda cuando el tamaño de la población es finito y no muy grande, y además se conoce que esta es homogénea en cuanto a la variable que se investiga. Lo mismo sucede con el muestreo sistemático, al ser una modificación de este.

El muestreo estratificado se recomienda emplear cuando la población no es homogénea, pero es factible dividirla en subpoblaciones que lo sean. En este, el investigador tendrá que seguir dos pasos fundamentales: identificar las características de la población que tienen que ser incluidas en la muestra y seleccionar aleatoriamente los elementos de cada subgrupo. La decisión sobre tales características tiene que ser cuidadosa, a mayor cantidad de ellas más complicada y mayor se vuelve la muestra, porque debe incluir representantes de todos los estratos. El tamaño de cada subgrupo se puede determinar de manera análoga al tamaño de la muestra.

En Fernández & Gamboa (2016) se puede tener acceso a la selección de 36 estudiantes de 212 distribuidos en siete grupos. En este ejemplo se determinó la cantidad por cada subgrupo a partir de un muestreo estratificado con distribución proporcional, y para la selección de cada estudiante dentro del subgrupo el muestreo aleatorio simple. Para muestras de mayor tamaño esta distribución proporcional también es factible y recomendable, por ejemplo en la Tabla II se presenta la selección de 1013 estudiantes de 37650 distribuidos en nueve subgrupos (escuelas de ocho municipios y centros provinciales) en función de evaluar la calidad del aprendizaje en la provincia. En este caso, las diferencias esperadas relacionadas con la urbanidad de las zonas escolares, la cobertura docente, el acceso de los maestros a la superación postgrada, el asesoramiento de la universidad, los resultados históricos de rendimiento académico, entre otros aspectos, justificaron la heterogeneidad de la población con respecto a la variable y la posibilidad de dividirla en subgrupos por municipio y posteriormente también se hizo por tipo de escuela.

Tabla II: Selección de estudiantes por muestreo estratificado con distribución proporcional.

Estratos	Población total por estrato	Porcentaje por estrato	Muestra total por estrato
Manatí	1854	5%	50
Puerto Padre	5397	14%	145
Jesús Menéndez	2334	6%	63
Majibacoa	3056	8%	82
Las Tunas	13215	35%	356
Jobabo	2688	7%	72
Colombia	2059	5%	55
Amancio	2366	6%	64
Provinciales	4681	12%	126
Totales	37650	100%	1013

El muestreo por conglomerados es otro de los más frecuentemente empleados en las investigaciones educativas. Este se recomienda utilizar cuando la población es muy grande y ampliamente dispersa, pero homogénea con respecto a la variable que se mide. De tal forma, si la variable fuera cantidad de libros entregados a los estudiantes, de uniformes, de estudiantes por computadora, o cualquier otra variable para la que se espera un comportamiento homogéneo por

las características del sistema educativo cubano, el investigador podría seleccionar un específico número de escuelas y evaluar a todos los alumnos de la misma. Además, en el ejemplo de la tabla II, cuando hubo que escoger estudiantes de un mismo tipo de escuela y de un mismo municipio, por sus condiciones muy similares se pudieron establecer conglomerados y seleccionar en ellos la muestra correspondiente de manera proporcional a sus matrículas.

Escalas de medición.

Medir es un proceso inherente a las investigaciones científicas. Para medir las variables que se estudian, además del instrumento de medición, la escala es esencial. La validez, consistencia y confiabilidad de los datos medidos dependen, en buena parte, de la escala de medición que se adopte (Coronado, 2013). Por lo general se distinguen cuatro escalas de medición: la nominal o clasificatoria, la ordinal o de rango, la de intervalo, y la de razones o proporciones. En Gamboa (2017) se puede encontrar una explicación sobre cada una de ellas, con ejemplos concretos aplicados a la investigación científica.

Las escalas nominal y ordinal son no métricas y utilizadas para medir variables cualitativas. Entretanto, las de intervalos y de razones son métricas y se emplean para medir variables cuantitativas. En las dos primeras, los números utilizados no se acompañan de una unidad de medida, mientras que las dos últimas están caracterizadas por una unidad de medida común para todas las categorías. Es importante estar bien claros en estos tipos de escalas, porque de ellas depende las consideraciones sobre cuál prueba estadística usar. Los datos nominales y ordinales son considerados no paramétricos, al tiempo que los de intervalos y razones se consideran paramétricos. En tal sentido, es recomendable declarar las escalas que se emplean en las investigaciones y no asumir que esto es evidente.

Las escalas ordinales son las más frecuentes en investigaciones educativas, donde suelen abundar variables cualitativas. Estas incluyen otras muy frecuentes al preguntar por opiniones y actitudes. Entre las más utilizadas están las escalas Thurstone, Likert y Osgood (Gure, 2015). Al respecto, algunos autores como DiStefano (2002) y Michell (2009) han argumentado que no es legítimo el uso de operaciones estadísticas propias de variables cuantitativas en presencia de datos ordinales. Bollen & Barb (1981), Solís (2014), Asún, Rdz-Navarro & Alvarado (2016), Gamboa (2017), y muchos otros defienden la posibilidad y utilidad de emplear estadística paramétrica para analizar datos ordinales en determinadas situaciones. Ellos han argumentado que es una alternativa aceptable, lo que también se comparte en este artículo. Eso sí, hay que tener cuidado de cumplir con los requisitos para ello (Rositas, 2014) y se debe trabajar con muestras mayores para conseguir una potencia equiparable a los análisis de datos numéricos. En Gamboa (2007) se pueden encontrar varios ejemplos de cómo se puede utilizar en la indagación empírica, la validación experimental y otros diferentes momentos de la investigación.

En Gamboa & Borrero (2016) se explica cómo se hizo la conversión de escalas ordinales a otras de intervalos, en función de medir la coherencia curricular del proceso enseñanza-aprendizaje por profesores de matemáticas de diversas universidades. Tanto la variable como sus dimensiones e indicadores se midieron en intervalos uniformemente distribuidos en correspondencia con la probabilidad de sus categorías.

En Gamboa & Borrero (2017) también se presenta la conversión de escalas ordinales a otras de intervalos, con la medición de la contextualización didáctica del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas en varias carreras universitarias. Esta se interpretó en una escala más refinada aumentando la amplitud de la escala tipo Likert empleada, que revela la interrelación dialéctica entre sus componentes e indicadores (Tabla III). Esto será expuesto en este artículo como ejemplo.

Tabla III: Componentes e indicadores para medir la contextualización didáctica del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas.

Componentes	Indicadores
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Integra lo instructivo, educativo y desarrollador. • Concibe la unidad del contenido y su aplicación de acuerdo con la realidad contextual. • Estimula el protagonismo de los estudiantes. • Fomenta la valoración de la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Manifiesta los errores potenciales del sistema de conocimientos, así como las conexiones entre ellos, con la organización de dificultades y potencialidades para la transformación. • Implementa los sistemas de representación adecuados al sistema de habilidades, sus relaciones, limitaciones y potencialidades según la realidad de los involucrados. • Potencia los campos de aplicaciones conforme al sistema de relaciones con el mundo para la solución de problemas de la vida en situaciones dadas en la realidad del contexto local. • Incorpora nuevos saberes acorde al sistema de experiencias de la actividad creadora, de acuerdo con los recursos tecnológicos y la cultura de los involucrados.
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve el ejercicio de la comunicación, la interacción y la crítica. • Articula coherentemente las interacciones en correspondencia con la realidad contextual. • Estimula que los estudiantes se enseñen unos a otros. • Incentiva la actitud productiva y creadora en el proceso de aprendizaje.
Medios de enseñanza-aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza los recursos didácticos en correspondencia con el desarrollo tecnológico disponible. • Estimula uso pedagógico de tecnologías de Informática y Comunicación para colaboración. • Emplea la bibliografía como recurso para que los estudiantes aprendan por ellos mismos. • Implica a estudiantes en la selección, confección o utilización de los medios que utilizan.
Formas de organización	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea varias formas que activan la colaboración en el proceso de enseñanza-aprendizaje. • Amplía los espacios de formación más allá de las aulas en colaboración escuela-familia-comunidad para experimentar las ciencias en los diferentes contextos en que estas se exponen. • Implementa clubes de ciencias, sociedades científicas, círculos de interés, proyectos u otras formas que estimulan la investigación. • Involucra agentes que emplean las ciencias para la producción y los servicios en talleres, empresas, fábricas, industrias u otras agencias.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Plantea secuencias de ejercicios, problemas y actividades que atienden al desarrollo integral de los estudiantes en función de la realidad contextual. • Estimula la reflexión sobre el impacto de las ciencias en el desarrollo local. • Incorpora momentos de evaluación oral desde una dialéctica de comunicación y actividad. • Compromete a los estudiantes en la producción de soluciones, si es posible en colaboración.

Se precisa establecer el tipo de escala, decidir el número de categorías evaluativas y su denominación, así como describir claramente el comportamiento que debe tener el indicador para ser evaluado en cada categoría. En el ejemplo, para medir la contextualización didáctica, se utiliza una escala ordinal. Las categorías que se emplean, en una gradación desde la excelencia hasta niveles inferiores, son: excelente (E), muy bien (MB), bien (B), regular (R) y mal (M). Para categorizar la variable se considera la valoración de seis componentes con cuatro indicadores per cápita.

Cada indicador muestra una característica en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas. Este se mide con la utilización de n métodos, técnicas e instrumentos de investigación diferentes, el usar un mayor número de ellos ayuda a acercarse mejor a la realidad de lo que se investiga y permite la necesaria triangulación que previene de errores. Algunos pueden ser la observación a actividades docentes, encuestas, entrevistas, reuniones formales e informales con estudiantes, profesores y directivos, así como el estudio de planes de clases, libretas y trabajos prácticos de estudiantes, actas de trabajo metodológico, informes de visitas, inspecciones, entre otros productos del proceso pedagógico.

Los indicadores se evalúan en cada método, técnica o instrumento con una escala tipo Likert de 11 puntos de recorrido (0-10) para medir la presencia de la característica. Así, el recorrido potencial de la escala es de 0 a $240 \times n$. Esto se hizo asumiendo un supuesto de continuidad ajustado a una curva normal por su larga amplitud (Moral, 2006).

De esta forma, se le atribuyó la misma connotación a cada uno de ellos. Además, así se buscó cumplir con el principio estadístico de no estudiar hechos aislados, así como recoger datos lo más numerosos posible y ocurridos en diferentes momentos. Igualmente, se buscó que cada indicador se midiera desde diferentes perspectivas, lo que permitió contrastar los resultados. Luego se sumaron las puntuaciones de los indicadores en cada momento por indicador, componente y el total general para evaluar la variable (Tabla IV). Esta se evaluó en función de los intervalos de la tabla V.

Tabla IV: Procedimiento estadístico para la escala de medición de la contextualización didáctica del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas.

Var	Comp	Ind	Métodos, técnicas e instrumentos							Total Ind ($\sum_{i=1}^n M_i$)	Total Comp	Total (t)
			M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	...	M _n			
C ₁	I _{1.1}									TI _{1.1}	TC ₁ = TI _{1.1} +TI _{1.2} + TI _{1.3} +TI _{1.4}	$t = \frac{TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4 + TC_5 + TC_6}{n}$
	I _{1.2}									TI _{1.2}		
	I _{1.3}									TI _{1.3}		
	I _{1.4}									TI _{1.4}		
C ₂	I _{2.1}									TI _{2.1}	TC ₂ = TI _{2.1} +TI _{2.2} + TI _{2.3} +TI _{2.4}	$t = \frac{TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4 + TC_5 + TC_6}{n}$
	I _{2.2}									TI _{2.2}		
	I _{2.3}									TI _{2.3}		
	I _{2.4}									TI _{2.4}		
C ₃	I _{3.1}									TI _{3.1}	TC ₃ = TI _{3.1} +TI _{3.2} + TI _{3.3} +TI _{3.4}	$t = \frac{TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4 + TC_5 + TC_6}{n}$
	I _{3.2}									TI _{3.2}		
	I _{3.3}									TI _{3.3}		
	I _{3.4}									TI _{3.4}		
C ₄	I _{4.1}									TI _{4.1}	TC ₄ = TI _{4.1} +TI _{4.2} + TI _{4.3} +TI _{4.4}	$t = \frac{TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4 + TC_5 + TC_6}{n}$
	I _{4.2}									TI _{4.2}		
	I _{4.3}									TI _{4.3}		
	I _{4.4}									TI _{4.4}		
C ₅	I _{5.1}									TI _{5.1}	TC ₅ = TI _{5.1} +TI _{5.2} + TI _{5.3} +TI _{5.4}	$t = \frac{TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4 + TC_5 + TC_6}{n}$
	I _{5.2}									TI _{5.2}		
	I _{5.3}									TI _{5.3}		
	I _{5.4}									TI _{5.4}		
C ₆	I _{6.1}									TI _{6.1}	TC ₆ = TI _{6.1} +TI _{6.2} + TI _{6.3} +TI _{6.4}	$t = \frac{TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4 + TC_5 + TC_6}{n}$
	I _{6.2}									TI _{6.2}		
	I _{6.3}									TI _{6.3}		
	I _{6.4}									TI _{6.4}		

Tabla V: Intervalos para evaluar cada uno de los indicadores y componentes, así como la evaluación global de la contextualización didáctica del PEA de las Ciencias Básicas.

Categoría	Intervalo Indicador	Intervalo Componente	Intervalo Variable		
			t ≤ 2	t ≤ 8	
M	t ≤ 2	t ≤ 8	t ≤ 48		
R	2 < t ≤ 4	8 < t ≤ 16	48 < t ≤ 96		
B	4 < t ≤ 6	16 < t ≤ 24	96 < t ≤ 144		
MB	6 < t ≤ 8	24 < t ≤ 32	144 < t ≤ 192		
E	8 < t ≤ 10	32 < t ≤ 40	192 < t ≤ 240		

Presentación o exposición de los datos.

Para la presentación o exposición de los datos son comúnmente usadas las distribuciones de frecuencias y las representaciones gráficas. Existen numerosas bibliografías para profundizar en la construcción de tablas y gráficos, los cuales son esenciales para sintetizar la información en las investigaciones científicas, y para la formulación de hipótesis (Cruz & Campano, 2007).

Una distribución de frecuencias es todo agrupamiento de los datos en clases o categorías acompañadas de las frecuencias de clase. Las que más suelen presentarse en las investigaciones educativas son las frecuencias absolutas, la cantidad de veces que aparece en la muestra, y las relativas porcentuales. Existe una amplia variedad de fuentes para profundizar en este tema, como Neave (2013) y otros.

Los gráficos son representaciones de los datos estadísticos por medio de puntos, líneas, rectángulos u otras figuras cuyas dimensiones tienen que ser proporcionales a la magnitud de los datos presentados. Estos tienen la ventaja de que permiten apreciar más rápidamente el comportamiento de los datos. Igual hay una abundante diversidad de bibliografía para estudiar este tema; por ejemplo, entre otros, en Young & Wessnitzer (2016) se destaca la necesidad de utilizar las herramientas adecuadas para expresar los datos correctamente, y se presentan principios de visualización y métodos de trazado utilizando las tecnologías disponibles.

Entre los gráficos más empleados en las investigaciones educativas están los de barras. Estos son diagramas con barras rectangulares, verticales u horizontales, de longitudes proporcionales a los valores que representan. Los de barras simples se emplean para graficar hechos únicos, los de barras proporcionales proporcionan información comparativa principalmente, mientras que los de barras múltiples son muy recomendables para comparar una serie estadística con otra. Con respecto a este último caso, si los tamaños de muestras son diferentes, la comparación debe hacerse considerando las frecuencias relativas. En Gamboa (2016) se muestran algunos de los errores más comunes cuando se trabaja con ellos.

Los pictogramas son muy útiles para la comparación de conjuntos de datos. Los gráficos circulares se utilizan para mostrar porcentajes y proporciones. Los histogramas permiten la comparación de los resultados de un proceso, y se utilizan cuando se estudian variables continuas y sus valores se agrupan en clases. Los polígonos de frecuencias son construidos en función de las

marcas de clase. Otros gráficos comunes en el contexto de la investigación son los diagramas de Kaoru Ishikawa, sociogramas y psicogramas, los diagramas de Pareto, y los de Tukey. (Levine, 1996).

Análisis de los datos estadísticos.

Las medidas de tendencia central indican valores con respecto a los que los datos parecen agruparse y son recomendadas para inferir el comportamiento de variables en poblaciones y muestras. Las más empleadas son la moda, la mediana y la media aritmética, si bien se pueden encontrar la media geométrica y la media armónica, entre otras más. Al respecto, se puede ahondar en Gamboa (2016), y otros como Estrella (2016). En este último, se analizan investigaciones sobre la media en presencia de valores atípicos en los datos, se muestran concepciones correctas e incorrectas y se revela que las ideas estadísticas de contexto y representatividad de un conjunto de datos están alejadas de la formación de los profesores.

La moda es aplicable a cualquier tipo de datos, y es muy útil para datos cualitativos. Puede no existir, ser única o múltiple. La mediana siempre existe y es única, pero requiere que los datos puedan ser ordenados. Es de las medidas estadísticas más robustas, apropiada para un grupo pequeño de datos. Ninguna de las dos anteriores es una función algebraica de los datos individuales. La media aritmética se aplica cuando la variable está medida en escalas métricas, si bien es factible emplearla al convertir una escala ordinal en una de intervalos, con determinados requisitos. Igualmente siempre existe, y es única. Esta sí es una función algebraica de los datos individuales, por lo que sí está afectada por cada dato y principalmente por los valores extremos. Es apropiada para grupos grandes de datos.

Es preocupante el significativo número de tesis en las que se desatiende el impacto de los resultados en la muestra como totalidad. Igualmente es alarmante el número en las que se realizan análisis aislados de las variables basadas en cálculos porcentuales, sin sintetizar los datos en valores representativos. Así, es frecuente ver que se desglosa la variable en dimensiones e indicadores, a partir de sus rasgos esenciales, y se evalúa en la práctica con el empleo de varios métodos e instrumentos para arribar a conclusiones independientes por cada indicador basadas en sus distribuciones de frecuencias.

Es necesario un proceso de síntesis de la información obtenida de las acciones de la indagación empírica sobre la variable dependiente para arribar a conclusiones más generales relativas a ella (Blanco, 2011; Valledor, 2017). Se precisa de integrar las conclusiones de cada uno de los indicadores en conclusiones generalizadoras que caractericen a las dimensiones, y las conclusiones por dimensiones también se deben integrar en correspondencia con los rasgos esenciales de la variable, destacando las relaciones que se establecen (Figura 1). Al respecto, el usar un mayor número de indicadores permite conocer mejor lo que se investiga y previene de cometer errores.

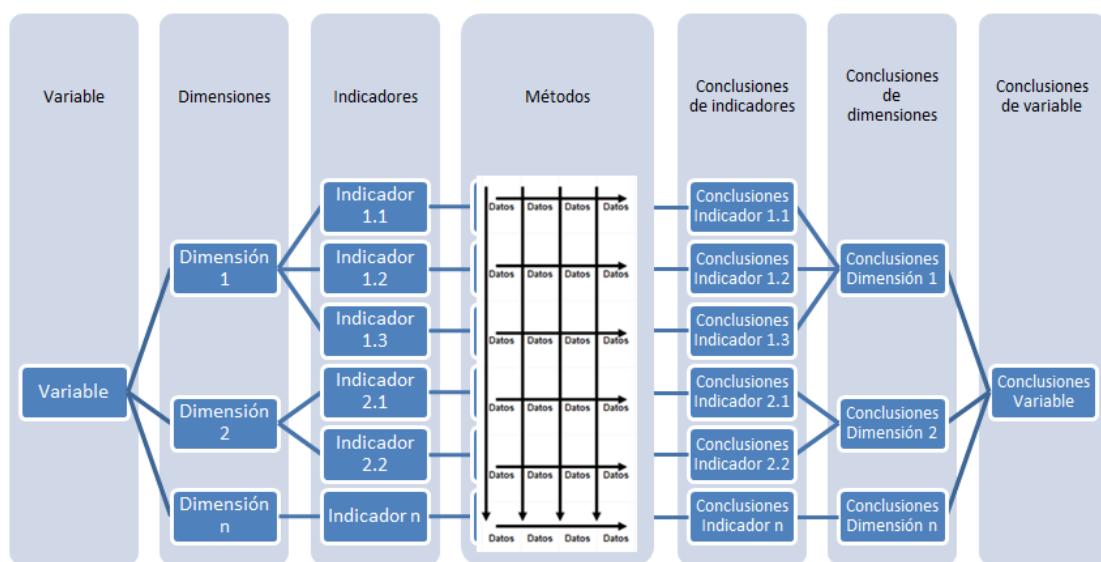


Figura 1: Representación esquemática de las acciones de análisis y síntesis en la indagación empírica.

En la tabla VI se puede apreciar el ejemplo de la medición del estado inicial de la contextualización didáctica que se presentó en el apartado de las escalas de medición, evaluada con 10 métodos, técnicas e instrumentos. En este se muestra cómo se debe pasar del análisis a la síntesis de los datos para arribar a conclusiones más generales, en lugar de exponer un análisis porcentual de cada indicador. Aunque categorizar la variable y las conclusiones cuantitativas son importantes, lo fundamental es la interpretación cualitativa que se debe hacer.

Tabla VI: Ejemplo de análisis y síntesis de datos para arribar a conclusiones válidas y tomar decisiones.

Var	Comp	Ind	Métodos, técnicas e instrumentos										Categ Ind	Categ Comp	Categ Var
			M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈	M ₉	M ₁₀			
Contextualización didáctica del Proceso Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias Básicas	C ₁	I _{1.1}	5	7	8	0	8	5	8	9	8	2	B	B	
		I _{1.2}	4	2	9	0	8	0	2	0	8	0	R		
		I _{1.3}	0	2	9	0	0	2	0	8	8	0	R		
		I _{1.4}	2	10	2	6	7	6	0	2	6	3	B		
C ₂		I _{2.1}	7	3	3	0	2	8	7	0	5	5	R	R	
		I _{2.2}	0	0	2	2	6	0	0	5	0	5	M		
		I _{2.3}	0	2	3	8	7	0	4	0	6	0	R		
		I _{2.4}	0	0	0	4	6	0	2	8	0	0	M		
C ₃		I _{3.1}	7	0	2	9	0	0	2	9	0	10	R	R	
		I _{3.2}	0	2	0	9	9	8	0	4	0	4	R		
		I _{3.3}	0	0	0	0	9	0	5	8	9	0	R		
		I _{3.4}	0	0	6	0	2	6	6	0	0	0	M		
C ₄		I _{4.1}	0	0	0	8	5	0	5	0	6	10	R	R	
		I _{4.2}	0	0	4	0	0	8	0	0	8	0	M		
		I _{4.3}	8	0	4	3	6	8	0	0	9	10	B		
		I _{4.4}	0	0	6	0	6	0	0	8	9	0	R		
C ₅		I _{5.1}	6	8	0	6	4	8	9	0	0	10	B	M	
		I _{5.2}	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	M		
		I _{5.3}	0	0	0	0	0	0	4	0	6	0	M		
		I _{5.4}	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	M		
C ₆		I _{6.1}	8	0	4	0	6	7	0	6	0	9	R	R	
		I _{6.2}	0	0	0	0	0	0	6	8	0	6	M		
		I _{6.3}	8	0	0	9	8	0	0	5	9	0	R		
		I _{6.4}	0	0	0	0	8	0	0	2	9	0	M		

Al respecto, la variable fue evaluada de regular (R); sin embargo, existían diferencias significativas entre el estado del componente objetivos (B) y el de formas de organización (M); no obstante, dentro de este componente evaluado de mal hubo un indicador que se encontraba bien y que debía ser utilizado para perfeccionar el trabajo con los restantes. De forma general, los

indicadores con mayores dificultades fueron los relacionados con formas de trabajo que permitan incentivar la actitud productiva y creadora, en colaboración, de acuerdo con los recursos tecnológicos, la cultura de los involucrados y las potencialidades de la realidad contextual. Además, se reveló perentoria la necesidad de estimular la reflexión sobre el impacto de las ciencias en el desarrollo local y comprometer a los estudiantes en la producción de soluciones.

La situación se complica cuando la mayoría de los que centran el análisis en cálculos porcentuales utilizan solo las medidas de tendencia central sin considerar las limitaciones de estos valores. Estas se refieren a un valor conjunto de todos los datos, con lo que no informan sobre la relación entre valores pequeños y mayores, ni manifiestan si las diferencias entre los elementos varían o no regularmente y si son grandes o pequeñas. Tal situación no permite juzgar su confiabilidad, ni explicar y solucionar los problemas que se puedan presentar por ello.

Las medidas de dispersión indican tendencia de los datos a dispersarse respecto al valor central, y si este es adecuado para representar la población de estudio. Esto es muy útil para comparar distribuciones y comprender los riesgos en la toma de decisiones. A mayor dispersión menos representativa es la medida de centralización. Las más utilizadas son el recorrido o rango, la desviación media, la varianza, la desviación típica o estándar, y el coeficiente de variación.

Al respecto, en Estepa & Pino (2013) se hace énfasis en la importancia de la dispersión en Estadística. Al mismo tiempo, en ese trabajo se comprueba que la enseñanza de la dispersión ha devenido en uno de los puntos débiles de los currículos oficiales, se analiza el significado de la noción de dispersión y se presentan conclusiones válidas para la enseñanza y la investigación. En este aspecto, se puede profundizar en otros como González, Batanero & Contreras (2015), donde se analiza la idoneidad didáctica de recursos de internet para orientar a los docentes. En Gamboa (2016) se pueden encontrar varios ejemplos e información complementaria para el empleo de estas medidas y para la comprensión de la noción de dispersión.

Entre las ideas fundamentales que se aplican a la investigación educativa están las que se exponen a continuación. El rango se recomienda para una comparación primaria, considera solo las dos observaciones extremas, y es por esto que se recomienda solo para muestras pequeñas. La desviación media indica dónde estarían concentrados los datos si todos estuvieran a la misma distancia de la media aritmética. La varianza es una función algebraica de todos los valores, apropiada para tareas de la Estadística inferencial. La desviación estándar es de las más usadas para varias muestras extraídas de la misma población. Entretanto, el coeficiente de variación es una medida muy propicia para comparar la variación entre dos conjuntos de datos medidos en diferentes unidades (por ejemplo, estatura y peso corporal) de los alumnos de una muestra. Permite determinar en qué distribución los datos están más agrupados y la media es más representativa.

CONCLUSIONES.

El mensaje fundamental de este artículo radica en que cada elemento de la investigación educativa, y en particular los relacionados con los estadísticos, no debe ser arbitrario. Estos deben ser planeados cuidadosamente para poder asegurar la validez y fiabilidad de los resultados que se obtengan, pues estos serán utilizados en la resolución de problemas externos a la propia Estadística.

La selección del tamaño de muestra, del tipo de muestreo, las escalas de medición, las formas de presentar los datos y demás aspectos, deben estar regidos por el criterio de idoneidad para el estudio que se realiza. Las opciones sobre las que tomar decisiones deben considerarse conscientes del propósito de la investigación, el diseño de la misma, el tiempo y demás recursos con los que se cuenta, las restricciones del proceso, los métodos de colección de los datos, y la metodología que se emplee.

Las decisiones que se tomen para aplicar la Estadística a la investigación educativa deben ser en correspondencia con el contexto de la investigación. De tal forma se favorece la adecuada recolección, organización, presentación y análisis de datos relativos a las muestras o poblaciones de estudio, para arribar a conclusiones válidas referidas a las variables que se miden y tomar decisiones razonables sobre las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Armas, N., Martínez, R. & Luis, N. (2013). Dos formas de orientar la investigación en la educación de postgrado: lo cuantitativo y lo cualitativo. *Pedagogía Universitaria*, 15(5).
2. Asún, R. A., Rdz-Navarro, K., & Alvarado, J. M. (2016). Developing multidimensional Likert scales using item factor analysis: The case of four-point items. *Sociological Methods and Research*, 45(1), 109-133.
3. Bailey, K.D. (2007). *Methods of Social Research* (fifth edition). New York: The Free Press.
4. Bartlett, J.E., Kotrlik, J.W. & Higgins, C.C. (2001). Organizational research: determining appropriate sample size in survey research. *Information Technology, Learning and Performance Journal*, 19(1), 43-50.
5. Blanco, M.R. (2011). La indagación empírica en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Metodología de la Investigación Educacional. En L. Valdés (Ed.). *Investigación interdisciplinaria en las Ciencias Pedagógicas* (pp. 126-147). La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
6. Bollen, K.A. y Barb, K.H. (1981). Pearson's r and coarsely categorized measures. *American Sociological Review*, 46(2), 232-239.

7. Borg, W.R. & Gall, M.D. (1996). Educational Research: An Introduction (sixth edition). New York: Longman.
8. Cohen, L. & Holliday, M. (1996). Practical Statistics for Students. London: Paul Chapman.
9. Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2015). Research Methods in Education. Special Indian Edition: Routledge.
10. Coronado, J. (2013). Escalas de medición. *Paradigmas*, 2(2), 104-125.
11. Cruz, M. & Campano, A. E. (2007). El procesamiento de la información en las investigaciones educacionales. La Habana: Educación Cubana.
12. DiStefano, C. (2002). The impact of categorization with confirmatory factor analysis. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(3), 327-346.
13. Escalona, M. & Gómez, S.Z. (2012). Utilización de los métodos y técnicas estadísticas en las investigaciones de los procesos de postgrado. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 3(6), 109-122.
14. Estepa, A. & Pino, J. D. (2013). Elementos de interés en la investigación didáctica y enseñanza de la dispersión estadística. Números. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 83, 43-63.
15. Estrella, S. (2016). Comprensión de la media por profesores de educación primaria en formación continua. *Revista electrónica de investigación educativa*, 18(1), 13-22.
16. Fernández, H. & Gamboa, M.E. (2016). La didáctica de la Geometría en función del desarrollo tecnológico de la Pedagogía contemporánea. *Revista Bases de la Ciencia*. 1(1), 37-54.

17. Gamboa, M.E. (2007). El diseño de unidades didácticas contextualizadas para la enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria Básica. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Las Tunas.
18. Gamboa, M.E. (2016). Curso: Estadística aplicada a la investigación científica. [Mensaje en un blog]. Recuperado de:
<https://michelenriquegamboagraus.wordpress.com/2016/12/01/curso-estadistica-aplicada-a-la-investigacion-cientifica/>
19. Gamboa, M.E. (2017). Estadística aplicada a la investigación científica. En J.C. Arboleda. (Ed.). Apropiación, generación y uso solidario del conocimiento (pp. 59-76). Las Tunas, Cuba: Editorial Redipe-Edacun.
20. Gamboa, M.E. & Borrero, R.Y. (2016). Influencia de la contextualización didáctica en la coherencia curricular del proceso. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. 4(1).
21. Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2017). Recursos didácticos para contextualizar la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas. En A.C. Ramos. (Ed.). Memorias del Evento provincial del Congreso Internacional de Universidad 2018. (pp. 359-370). Las Tunas, Cuba: Sello Editor Educación Cubana.
22. González, I., Batanero, C. & Contreras, J. M. (2015). Recursos interactivos para el estudio de la varianza: análisis de su idoneidad didáctica. Suma, 80, 31-38.
23. Gorard, S. (2003). Quantitative Methods in Social Science. London: Continuum.

24. Gure, G. S. (2015). Different scale construction approaches used to attitude measurement in social science research. *International Journal of Research in Economics and Social Sciences*, 5(1), 26-44.
25. Joaquim, O., Gamboa, M.E. & Fonseca, J.J. (2017). Las funciones lineales a partir de las acciones mentales de la teoría de Galperin. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(2).
26. Levine, D. M. (1996). Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones. Pearson Educación.
27. McPherson, G. (2013). Statistics in scientific investigation: its basis, application, and interpretation. Springer Science & Business Media.
28. Michell, J. (2009). The psychometricians' fallacy: Too clever by half? *British Journal of Mathematical Statistical Psychology*, 62, 41-55.
29. Moral, J. (2006). Análisis factorial y su aplicación al desarrollo de escalas. En R. Landero y M. T. González (Eds.). *Estadística con SPSS y metodología de la investigación* (pp. 387-443). México: Trillas.
30. Neave, H. R. (2013). Statistics tables: for mathematicians, engineers, economists and the behavioural and management sciences. Routledge.
31. Oppenheim, A.N. (1992). *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement*. Pinter, London.
32. Pérez, O., Hernández, R. & García, M. (2007). Esquema conceptual, referencial y operativo sobre los modelos estadísticos en las investigaciones educativas. *Curso 87 Pedagogía 2007*. La Habana.

33. Rositas, J. (2014). Los tamaños de las muestras en encuestas de las ciencias sociales y su repercusión en la generación del conocimiento. *Innovaciones de negocios*, 11(22), 235-268.
34. Solís, V. M. (2014). ¿Por qué algunos aún prohíben utilizar estadística paramétrica para analizar datos ordinales? *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 19(2).
35. Valledor, R.F. (2017). El estudio y la transposición de contenidos en la investigación educacional. En A.C. Ramos. (Ed.). *Memorias del Evento provincial del Congreso Internacional de Universidad 2018*. (pp. 118-127). Las Tunas, Cuba: Sello Editor Educación Cubana.
36. Villasís, M.A. & Miranda, M.G. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. Alergia México, 303-310.
37. Young, J. & Wessnitzer, J. (2016). Descriptive Statistics, Graphs, and Visualisation. In *Modern Statistical Methods for HCI* (pp. 37-56). Springer International Publishing.

DATOS DEL AUTOR:

1. **Michel Enrique Gamboa Graus.** Licenciado en Educación, especialidad Matemática-Computación y Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular de Probabilidades y Estadísticas. Coordinador de Investigaciones del Centro de Estudios Pedagógicos de la Universidad de Las Tunas, Cuba. Correo electrónico: michelgamboagraus@gmail.com / michelgg@ult.edu.cu

RECIBIDO: 30 de octubre del 2017.

APROBADO: 17 de noviembre del 2017.