

Uso de la taxonomía SOLO en situaciones de muestreo: un ejemplo de aplicación

Wilson Hely Rodríguez Gámez

Felipe Fernández Hernández

Universidad Pedagógica Nacional. Colombia

Fecha de recepción: 19 de marzo de 2017

Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2018

Resumen

El estudio del muestreo estadístico visto a través de la consideración de una situación elemental en donde de manera transversal se realizan procesos básicos que se consideran en la recolección de datos, es una de las maneras de aproximarse a las formas como razonan los estudiantes en este ámbito. Para ello, en este artículo se pretende ejemplificar el uso de la taxonomía SOLO como un modelo con el que se intenta caracterizar lo que hacen los estudiantes al respecto.

Palabras clave

Taxonomía SOLO, Situación de muestreo, Experimento de enseñanza

Title

Solo Taxonomy in sample situations: An application example

Abstract

The study of statistical sampling seen through the consideration of an elementary situation where in a transversal way are carried out basic processes that are considered in the collection of data, is one of the roads to approach the forms as they reason the students in this field. To this end, this article aims to exemplify the use of taxonomy SOLO as a model that tries to characterize what students do about it.

Keywords

Taxonomy SOLO, Sampling situation, Teaching experiment

1. Introducción

En las comunidades educativas y en particular en los grupos de profesores que enseñan estadística y probabilidad es extraordinario el llamado a nivel mundial, respecto a la necesidad de promover el desarrollo de competencias estadísticas en el sentido sugerido por autores como Ben-Zvi y Garfield (2004), al referirse a lo que llaman “alfabetización, razonamiento y pensamiento estadístico”. Por ejemplo, en Colombia el Ministerio de Educación Nacional reconoce la importancia de considerar y favorecer en los currículos de matemáticas el desarrollo del “pensamiento aleatorio y sistemas de datos”, también llamado “probabilístico o estocástico”. Se señala, entre otras cosas, que este tipo de pensamiento ha estado presente a lo largo de la última centuria, en la ciencia, en la cultura e incluso en la forma de pensar cotidiana (MEN, 1998, pp. 47-48). Ahora bien, en Colombia, a pesar de que el MEN destaque la importancia de trabajar el pensamiento aleatorio y los sistemas de datos (2013, 1998), es exigua la alusión que hace a asuntos relacionados con el muestreo o a situaciones implicadas en este tipo de procesos en sus recomendaciones curriculares. Basta realizar la búsqueda de la palabra ‘muestreo’ para verificar que solo aparece encontrada dos veces en los estándares curriculares (MEN, 2006, p. 89), cuando se cita el estándar básico “Resuelvo y planteo problemas



usando conceptos básicos de conteo y probabilidad (combinaciones, permutaciones, espacio muestral, muestreo aleatorio, muestreo con remplazo)”.

En otros países, y por supuesto en Colombia, la educación estadística debe no solo responder a los lineamientos curriculares de cada país, sino propender por mejorar la calidad educativa. En consecuencia, los autores de este trabajo ven en tal propensión, una oportunidad para presentar una experiencia que dé cuenta de una propuesta que, a manera de ejemplo, se relacione con la utilización de ideas básicas de muestreo y tenga repercusión a nivel escolar y universitario.

Antecede a la presentación formal de la propuesta, el esbozo de un marco que describe las ideas conceptuales subyacentes a esta. Primero se precisan algunas de las características generales asociadas a la utilización de la taxonomía SOLO; luego se sigue con la descripción de procesos que se propone adelantar con grupos de estudiantes en situaciones de muestreo; después se expone la metodología, en donde se presenta la preparación e implementación de un experimento de enseñanza, anclado a la experiencia en el aula. Posteriormente se destacan los resultados hallados en la experimentación, y el análisis de los mismos; en el último apartado se presentan las conclusiones y observaciones finales.

2. Marco conceptual

2.1. De la Taxonomía SOLO

La taxonomía SOLO es acrónimo de las palabras *Structure of the Observed Learning Outcome*, es decir, Estructura del Resultado Observado de Aprendizaje. También la citaremos en lo sucesivo como “SOLO”. Se debe decir que tal metodología tiene un poco más de treinta años de origen, tiempo en el cual su uso se ha expandido en diversos países del mundo y dirigida a diferentes asignaturas o disciplinas donde su aprendizaje y evaluación son relevantes. Aunque John Biggs presenta en un artículo de 1979 a SOLO, no fue hasta 1982, junto con Collis quienes la presentaron de una manera más formal. SOLO es expresada de diferentes formas, pero con la misma esencia por distintos autores.

Por una parte, Difabio (2010, p. 459) señala que la taxonomía SOLO permite jerarquizar el aprendizaje en cinco niveles de complejidad de manera ascendente y estructural. Usualmente estos niveles son conocidos como: pre-estructural, uni-estructural, multi-estructural, relacional y abstracto extendido. Es mediante esta clasificación que se describe esencialmente los diferentes niveles en los cuales se selecciona, se procesa y se comunica la información, desde un nivel que va de lo insuficiente a un nivel de experto. En tanto que Hernández, Martínez, Dafonseca y Rubio (2005, p.80) conciben a SOLO como una manera de clasificar y evaluar los resultados de una tarea de aprendizaje, a partir de una organización estructural de la misma. También agregan que SOLO se cimienta en la progresión de lo incompetente a lo competente escolarmente hablando.



Figura 1. Niveles en la Taxonomía SOLO. Tomado y traducido, de Biggs (s.f).

La Figura 1, deja ver la conformación de cinco niveles: Preestructural, Uniestructural, Multiestructural, Relacional y Abstracción Expandida, en el eje horizontal, junto con algunos verbos

que indican o caracterizan el entendimiento en cada uno de ellos, por ejemplo, en el nivel multiestructural los verbos indicadores son: combinar, describir, enumerar. Además, los gráficos con barras blancas justo debajo de los verbos de cada nivel, deben entenderse como una forma de representar gráficamente cada nivel en cuanto a su significado. Adicionalmente la frase que aparece bajo la línea horizontal, es la manera general de describir el nivel respectivo, así en el mismo nivel tomado como ejemplo anteriormente -el multiestructural- aparece la frase “varios aspectos relevantes independientes”. Finalmente, la flecha en el eje vertical relaciona el grado de progresión de la incompetencia a la competencia, que se adquiere en la medida que se avanza en los niveles.

De manera muy globallos cinco niveles de la taxonomía SOLO en el caso particular de situaciones de muestreo, quedan así definidos (Hernández, Martínez, Dafonseca y Rubio, 2005):

- Nivel Preestructural (P): Las respuestas que proporcionan los alumnos ante una determinada tarea son erróneas o inexistentes. Respuestas centradas en aspectos irrelevantes de la situación de muestreo, con contestaciones evasivas o tautológicas del enunciado.
- Nivel Uniestructural (U): El resultado del alumno, pese a poder ser cierto, sólo se centra en un determinado aspecto que, por otro lado, no tiene por qué ser relevante. Respuestas que contienen datos informativos obvios, los cuales han sido extraídos directamente del enunciado de la situación de muestreo.
- Nivel Multiestructural (M): En este caso el alumno es capaz de enumerar una serie de aspectos correctos, pero no va más allá. Respuestas que requieren utilización de dos o más informaciones de la situación de muestreo, las cuales, son obtenidas directamente de la pregunta y son analizadas separadamente, no de forma interrelacionada.
- Nivel Relacional (R): El alumno no sólo identifica varios aspectos correctos, sino que también es capaz de relacionarlos entre sí. Respuestas extraídas tras el análisis de la situación de muestreo integrando la información en un todo comprensivo. Los resultados se organizan formando una estructura.
- Nivel Abstracción expandida (AE): Es el nivel más complejo, en él, el alumno cumple con el criterio anterior y, además, es capaz de ir más allá de lo preguntado para poder relacionarlo con otros sistemas ajenos a la tarea en sí, pero que, de algún modo, enriquecen la respuesta. Respuestas que manifiestan la utilización de un principio general y abstracto que puede ser inferido a partir del análisis sustantivo de los datos en la situación de muestreo y que es generalizable a otros contextos.

2.2. De los procesos en situaciones de muestreo

2.2.1. El muestreo en una situación

Se aludirá en esta sección el procedimiento estadístico para obtener una muestra (el muestreo), como segundo referente conceptual, toda vez que esté enmarcado en un conjunto de realidades o circunstancias que determinan o toman en cuenta los alumnos. Esto es, bajo la excusa de una situación problema poder introducir allí la temática relacionada con el muestreo, para que posteriormente -en otro aparte- se pueda analizar la relación dialéctica entre la situación y las acciones de los estudiantes alrededor de ella.

La finalidad de una muestra, de acuerdo con Canavos (2001), aparte de ser de donde se recolectarán los datos, es que sea representativa de la población, para que de ella se puedan inferir algunas estimaciones de los parámetros, es decir, de valores constantes pero desconocidos, que



determinan en la población medidas de agrupación como la media y la varianza de la distribución de la población estadística. Las conclusiones que se obtengan en la muestra, deben ser susceptibles de generalizarse o extenderse a la población. Por tanto, la extracción y el tamaño de una muestra de una población, de manera general, obedece esencialmente a varios aspectos, entre estos:

- Que sea obtenida con un método aleatorio (totalmente imparcial).
- Que todas las posibles muestras (grupos de unidades de estudio) en la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas (probabilidad de selección).
- Que todas las unidades de estudio tengan la misma probabilidad de ser incluidas en las distintas muestras (probabilidad de inclusión).
- Que, para establecer el tamaño de tal muestra, se debe tener en cuenta: el tamaño de la población, la homogeneidad de la misma y una estimación del error de muestreo entre otros.

Ahora bien, visto de manera somera lo relacionado con el muestreo y para cerrar este acápite, corresponde especificar y justificar el anidamiento que se hace del muestreo, en un conjunto de realidades o circunstancias (situación) que determina o toma en cuenta los estudiantes. En primer lugar se debe recalcar la inseparabilidad de la estadística con sus aplicaciones y la utilidad de la misma al resolver problemas fuera de ella (Batanero y Díaz, 2011), esto justifica la relación de anidamiento aludida, permitiendo la contextualización de los datos, además refuerza el interés del alumno en el tema, introducen conceptos nuevos de manera más expedita y no se reducen a solo contenidos matemáticos: son apenas varias de las ventajas de las situaciones con referencia al muestreo.

En segundo lugar, a nivel internacional por parte del proyecto GAISE (acrónimo de *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education*, es decir, Guías para la Instrucción y Evaluación en Educación Estadística), de la American Statistical Association (2012), destacan que, por ejemplo, no solo ha ido cambiando el “qué, por qué, quién y cuándo” de los cursos introductorios de estadística, sino también el “cómo”, esto es, se ha puesto de moda los métodos de enseñanza-aprendizaje que acercan la teoría con la práctica. En las últimas décadas se ha visto un extraordinario nivel de actividad enfocadas en el cómo los estudiantes aprenden estadística, y sobre la forma en que los maestros pueden ser más competentes para ayudar a aprender (American Statistical Association (ASA), 2012). Dentro de esos métodos o enfoques están las situaciones o escenarios que permiten o motivan la utilización de procesos de muestro, con características como las mencionadas antes.

En suma, se concluye que una de las estrategias que pueden tener más incidencia para la enseñanza y aprendizaje de la estadística, es la de proponer actividades o tareas en las que el estudiante no solo trate con situaciones o datos reales, sino se involucre en las acciones que implican la recolección y análisis de información a partir de una muestra.

2.2.2. Procesos relacionados con el escenario del “Muestreo”

Los procesos que se describen a continuación, son consonantes con las recomendaciones que plantea Watson (2004) con respecto a situaciones de muestreo.

PROCESO I. *Comprender y utilizar terminología propia del muestreo en el contexto.* Entender los términos del muestreo en estadística significa varias cosas. En primer lugar, tener la idea de la extracción de una “porción” o “pedazo” de una población como un todo. En segundo lugar, distinguir entre una muestra y muestreo, esto es, dar cuenta de la muestra como algo obtenido mediante algún proceso denominado muestreo. Finalmente abrigar la posibilidad de que la muestra puede ser tan grande como la misma población (de ser así, no tendría sentido alguno el muestreo), en este caso se estaría frente al todo implicando el carácter censal.

En este proceso cobra especial importancia la contextualización de la terminología propia del muestreo, no solo tener claros las ideas y nociones, sino también adaptarlas a la situación problema planteada, en efecto, se ha de realizar una comprensión híbrida entre las nociones o ideas y lo real (el problema). Realizar un buen proceso aquí se entiende como tener parte del terreno ganado a la hora de solucionar problemas.

En consecuencia, este proceso debe ser contemplado desde las nociones o ideas que tenga el estudiante, al igual que las relaciones que se exhiban entre lo conceptual y lo contextual.

PROCESO II. *Asumir posturas críticas frente al tamaño de la muestra y métodos de muestreo.* Reparar sobre algo dicho o enunciado, es un aspecto digno de examinar, pues, deja ver un tanto las posturas de quien no acepta, quien no se conforma o quien intenta aportar y crear. La crítica con respecto al tamaño de una muestra, es valiosa en el entendido de tomar diferentes alternativas para mejorar los análisis, pero también vale la pena hacerla, para los métodos de obtención de las muestras, pues, se puede obtener la mejor opción partiendo de otras alternas.

PROCESO III. *Consolidar los hallazgos encontrados.* El afianzamiento de los resultados o de lo que se halla, resulta ser un proceso obligatorio en un estudio cualquiera, así pues, se dotará a los trabajos de acciones de sistematización y organización, en procura de consistencia para validar los análisis, resultados y conclusiones.

3. Metodología

Se realiza un estudio “Exploración del razonamiento estadístico a nivel universitario bajo situaciones de muestreo”, en torno a un experimento de enseñanza. La idea central es explorar el diálogo que establecen los estudiantes con los datos obtenidos a través de una situación de muestreo. El anterior trabajo se fundamenta en el instrumento para la recolección de los datos, visto como una propuesta de tareas y respuestas a preguntas alrededor de una situación problema, dispuestas en cuatro partes o momentos para ser ejecutadas en dos sesiones de clase. Su desarrollo se hizo con estudiantes de tercer semestre del programa de psicología, en una universidad privada de Bogotá. El número de estudiantes que participaron del experimento fue de 35, distribuidos en ocho grupos de trabajo (cinco grupos de cuatro estudiantes y tres de cinco). Baste como muestra los dos primeros momentos, los otros dos, por razones de la extensión que implica su presentación, se sugiere consultarlos en Daza y Rodríguez (2014).

3.1. Momento I: “Presentación situación problema”

Las directivas del colegio, donde usted se encuentra haciendo la práctica educativa como psicólogo en formación, han decidido restringir en su totalidad el uso de celulares por parte de los estudiantes dentro de la institución. Esta decisión obedece a que se están presentando una serie de problemas de índole social (robos, peleas, etc.), psicológico (aislamiento, falta de concentración, etc.) y de salud física y mental (sedentarismo, problemas auditivos, etc.). Sin embargo, en consenso con los padres de familia, se ha decidido instalar un cierto número de teléfonos públicos para reemplazar el uso del celular, como instrumento de comunicación.

La tarea de instalación de los teléfonos es de exclusiva responsabilidad de los practicantes, pero estará supervisada y coordinada por el Departamento de Psicología. La primera función en la actividad nombrada, será decidir a qué altura deben ser instalados los teléfonos, teniendo en cuenta la comodidad y facilidad de acceso a ellos, por parte de toda la comunidad estudiantil, la cual está conformada por un total de 1000 estudiantes de educación básica secundaria y media.



Respecto a lo anterior tramite o responda:

1. Enuncie mínimo dos características de la población estudiantil que se deberían contemplar para definir la altura de instalación de los teléfonos.
2. ¿Cuál de las anteriores características encuentra más relevante con respecto a la situación problema planteada? Explique.
3. ¿Qué entiende usted por población, muestra, censo y muestreo?
4. Identifique en la situación problema planteada, ¿cuál o qué sería la población, muestra, censo y muestreo?
5. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de hacer un censo o un muestreo?
6. Para dar respuesta a la situación problema y teniendo en cuenta las respuestas a la pregunta cinco, ¿usted qué utilizaría y por qué?

3.2. Momento II: “Propuestas de muestreo”

Teniendo en cuenta la situación expuesta en el Momento I, tramite o responda:

1. ¿Qué tamaño de muestra tomaría? ¿Por qué? (se socializa con todos los grupos)
2. De los tamaños sugeridos por cada uno de los grupos, ¿cuál sería el más conveniente y por qué?
3. ¿Cómo debería hacerse la selección de la muestra? Explique(se socializa con todos los grupos)
4. De los métodos de selección propuestos por cada uno de los grupos, ¿cuáles son similares? ¿cuál sería el mejor y por qué?

Los directivos tienen facilidad de entregar listados completos de las estaturas de los 1000 estudiantes y además le sugiere seis procedimientos para seleccionar la muestra. Estos son:

Método 1: Elegir un curso por cada grado (6°,7°,8°,9°,10° y 11°) al azar, luego tomar una muestra de 5 estudiantes aleatoriamente por cada curso seleccionado.

Método 2: Elegir tres cursos al azar, uno entre los grados sextos y séptimos, otro entre los grados octavos y novenos y el último entre los grados décimos y undécimos. De cada curso seleccionado, extraer una muestra aleatoria de 10 estudiantes.

Método 3: Elegir aleatoriamente una muestra de 30 estudiantes de toda la población estudiantil.

Método 4: Elegir dos cursos al azar, uno entre los grados sextos y el otro entre los grados undécimos. De cada curso seleccionado, extraer una muestra aleatoria de 15 estudiantes.

Método 5: Se elige un curso de cualquier grado, al azar, se extrae una muestra de 30 estudiantes.

Método 6: Se eligen tres cursos de cualquier grado, al azar. De cada uno de los cursos seleccionados se extrae una muestra de 10 estudiantes.

5. ¿Algunos de los métodos de tomar muestras propuestos por las directivas, coinciden con los métodos formulados por ustedes previamente? Explique cuáles son similares y cuáles no.
6. ¿Cuál(s) de los método(s) propuestos por las directivas, usted consideraría más conveniente? Explique ventajas del seleccionado y desventajas de los no seleccionados.
7. Entre el mejor método propuesto por las directivas del colegio y la mejor propuesta seleccionada a nivel de grupos, ¿cuál consideran más conveniente? ¿Por qué?

4. Resultados

Se obtuvieron 136 respuestas, a 17 preguntas, realizadas en cada uno de los ocho grupos durante los diferentes momentos, que fueron configuradas en una tabla cruzada (ver Tabla 1). El entrecruce bidimensional, por un lado, los procesos relacionados con el muestreo propuestos y por el otro los niveles de la taxonomía SOLO que de manera particular se definieron, permite la estructuración de los resultados de los estudiantes en situaciones de muestreo.

PROCESOS/NIVELES	P	U	M	R	AE
PROCESO I	1	16	24*	7	0
PROCESO II	6	22	22	5	1
PROCESO III	1	14	13	4	0

Tabla 1. Consolidado de la clasificación de las 136 respuestas dadas por los diferentes grupos

Las frecuencias (número de grupos) absolutas que contiene la Tabla 1, son el consolidado de las respuestas a las preguntas aplicadas a los diferentes grupos de estudiantes con alguna antelación y criterios de clasificación bien definidos. De modo que, por ejemplo, una frecuencia en el proceso I y en el nivel M (el número 24 con el *), indica que hay 24 respuestas de los grupos, de las 136 respuestas, para el proceso I que fueron clasificadas (por los investigadores y/o evaluadores) en el nivel M. Tres ejemplos que dan cuenta de diferentes clasificaciones se evidencian a continuación.

Primer ejemplo

Enuncie mínimo dos características de la población estudiantil que se deberían contemplar para definir la altura de instalación de los teléfonos.
 Primera: _____
 Segunda: _____
 Otra: _____

Figura 2. Pregunta para el momento I, en el Proceso I “Comprender y utilizar terminología propia del muestreo en el contexto.”

Primera: Promedio de altura (estatura) de los estudiantes.
 Segunda: Promedio de edad
 Otra: _____

Figura 3. Respuesta a la pregunta de la Figura 2

La clasificación teniendo en cuenta las figuras 2 y 3 es:

- Nivel de razonamiento alcanzado: multiestructural
- Criterio: Sugiere la selección de las personas por dos característica específicas, pero no las relaciona.
- Interpretación y análisis: el nivel multiestructural según la taxonomía SOLO, hace alusión a dos o más aspectos relevantes independientes, referidos a la situación problema, luego la variable: “altura(estatura)”, es la respuesta más relevante esperada y la variable alternativa:



“edad”, podría ser una buena opción, aunque no está vinculada directamente a la situación problema (altura de instalación de los teléfonos), sino más bien relacionada con la estatura de una persona, esta última consideración hace que la respuesta sea considerada con dos aspectos relevantes independientes.

Segundo ejemplo

Entre el mejor método propuesto por las directivas del colegio y la mejor propuesta seleccionada a nivel de grupos, ¿cuál consideran más conveniente? ¿Por qué?

Método: _____

¿Por qué?: _____

Figura 4. Pregunta para el momento II, en el Proceso II “Asumir posturas críticas frente al tamaño de la muestra y métodos de muestreo”

Método: 1 "Aleatorio"

¿Por qué?:
Por todo lo anterior:
Tiene encuesta toda la población
Es una muestra representativa y significativa
Se aproxima más a una estatura
promedio de los estudiantes.

Nos sostenemos en la muestra aleatoria
por medio de los listados, para no
sesgar la investigación "cada 3 de la lista".

Figura 5. Respuestas a la pregunta de la Figura 4

La clasificación teniendo en cuenta las figuras 4 y 5 es:

- Nivel de razonamiento alcanzado: abstracción expandida
- Criterio: Toma una postura crítica para elegir el método de muestreo a utilizar, basado en explicaciones que garanticen la representatividad de la muestra con respecto a la población.
- Interpretación y análisis: según taxonomía SOLO, este nivel de abstracción expandida, se refiere a la utilización de un principio general y abstracto que puede ser inferido a partir del análisis sustantivo de los datos del problema, luego la forma como introducen su respuesta, con la frase: “por todo lo anterior” da cuenta de una revisión a las respuestas anteriores, encontrando un esfuerzo por parte del grupo de estudiantes, por relacionar y argumentar los términos: “representatividad” y “aleatoriedad” que mencionan, trayendo a colación un

término, que durante todo este proceso II no se había utilizado “*el sesgo*” propuesto en la segunda parte de la respuesta.

Tercer ejemplo

¿Cuál considera que es la propuesta más conveniente para dar solución a la situación problema? ¿por qué?

Figura 6. Pregunta para el momento III, en el Proceso III “*Consolidar los hallazgos encontrados*”

Método 3, no seleccionando 1

Figura 7. Respuesta a la pregunta de la Figura 6

La clasificación teniendo en cuenta las figuras 6 y 7 es:

- Nivel de razonamiento alcanzado: Pre-estructural
- Criterio: No logra establecer la conveniencia o la no conveniencia de algún método de muestreo con respecto a los estadísticos obtenidos.
- Interpretación y análisis: este tipo de respuesta, ya culminando el experimento de enseñanza, sólo permite valorar el aprendizaje alcanzado en el nivel más bajo de razonamiento, según taxonomía SOLO, correspondería a una respuesta evasiva o tautológica, puesto que no hay ningún argumento o justificación que dé cuenta de su elección.

5. Análisis de resultados

Algo realmente interesante, es la asociación o correspondencias que se pueden presentar entre las dos dimensiones: procesos y niveles. Estas se pueden obtener, apelando por ejemplo al llamado análisis de tablas de contingencia o de manera más profunda implementando un análisis de correspondencias (técnica que permite ver la interdependencia), recordemos que es una técnica que busca el cómo y por qué se relacionan o asocian las dos dimensiones pactadas. Hay que tener en cuenta que el ajuste por análisis de correspondencias a los datos, se realiza debido a la naturaleza e idoneidad de los mismos.

Ajustando un análisis por correspondencias, usando los datos contenidos en la Tabla 1 de consolidados, lleva al final a cosas muy destacadas (ver Figura 8).



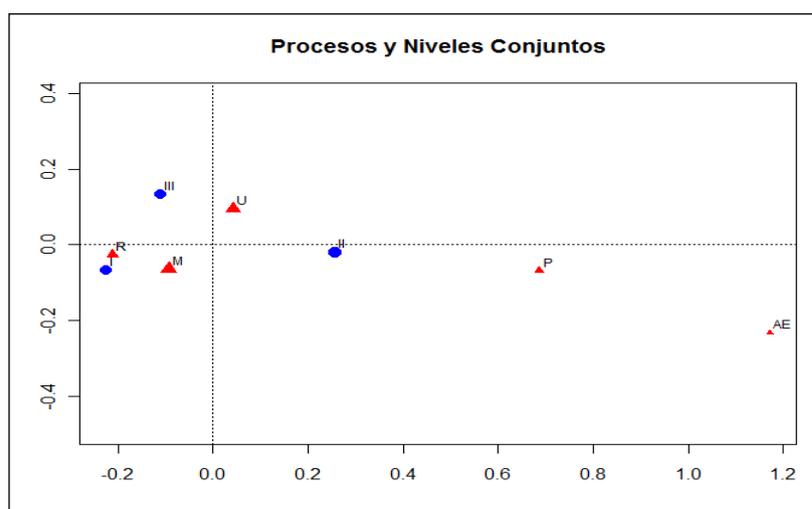


Figura 8. Salida de software “R” para un análisis de correspondencias.

La Figura 8 se puede considerar como un mapa que enseña la geografía de los procesos puestos en correspondencia con los niveles o viceversa, que se resume o describe así:

1. Los procesos son los discos de color azul, en tanto que los niveles son de color rojo y forma triangular. La ubicación cerca o lejos de dos cualquiera de ellos indican la correspondencia o no respectivamente entre estos en la distribución según las modalidades (proceso y niveles).
2. Los ejes perpendiculares entre sí y con trazo discontinuo, representan variables latentes obtenidas de las mejores proyecciones de los perfiles de los procesos y los niveles. Se destaca que el cruce de estos ejes se debe considerar como un promedio.
3. Los niveles AE y P son los más apartados del promedio o del grupo donde están la mayoría de procesos y los demás niveles, razón por la cual aparecen con tamaños más pequeños, esto significa que estos niveles son poco correspondientes con sus similares y los procesos I, II y III, se recomienda no tenerlos en cuenta.
4. La equidistancia aparente de los tres procesos al promedio se entiende como igual significancia de los mismos.
5. La cercanía del nivel R con el proceso I, indica que en el proceso I fue el mejor en participación en el nivel R, y por otro lado para el nivel U y proceso III, se tiene que se corresponden, es decir en el proceso III el nivel más destacado fue el U.
6. Un aglomerado de procesos y niveles lo conforman los niveles U, M y R junto con los procesos I, II y III. Fuera de este conjunto quedan los niveles P y AE (como se advirtió en el numeral 3 de este listado), lo que significa que la estructuración del aprendizaje de los estudiantes a través de estas dos dimensiones (procesos y niveles), se basta con los integrantes del conjunto que hemos llamado aglomerado.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una propuesta que plantea el desarrollo de ideas básicas relacionadas con los procesos de muestreo, para plasmar el propósito de ilustrar una manera novedosa de involucrar dichas ideas que, como en el caso colombiano, son poco considerada en niveles escolares. Además, se considera que la propuesta presentada es consonante con recomendaciones que se hacen dentro de la comunidad de educadores estadísticos desde enfoques conceptuales como el de la “Alfabetización, razonamiento, y pensamiento estadístico” (ver por ejemplo, Andrade, Fernández y Álvarez, 2017, p. 91)

Por otra parte, y teniendo en cuenta el enfoque metodológico adoptado, el trabajo ejemplifica la conjugación de la utilización de un experimento de enseñanza con la incorporación de la taxonomía SOLO, para generar un diseño de instrucción. En este sentido, tanto los niveles sugeridos por la taxonomía, como los procesos que se consideraron, sirvieron como referente para valorar la experimentación realizada y sopesar los aciertos y dificultades encontradas.

De los resultados en el ejemplo de aplicación y basados directamente en la Tabla 1, se puede sentar varias ideas. La primera, tiene que ver con la calidad de respuestas obtenidas, por los grupos de estudiantes de la población indagada, allí se revela que los aprendizajes alcanzados son a nivel uniestructural o multiestructural (columnas con las mayores frecuencias), según taxonomía SOLO, significa que el número de elementos requeridos y relevantes para dar solución a la situación problema, que utilizan los estudiantes, es de uno o más, los cuales no logran relacionar y son nombrados bajo acciones como: identificar, nombrar, describir, etc., poniendo de manifiesto en los mismos, habilidades que sólo atañen a la alfabetización estadística. En una segunda instancia, que el nivel relacional (sólo un 12% de las respuestas) es apenas alcanzado de manera predominante únicamente en el proceso I de muestreo (“*Comprender y utilizar terminología propia del muestreo en el contexto*”), allí las respuestas de los estudiantes dan cuenta de acciones como: aplicar, argumentar, justificar, etc. las cuales demuestran habilidades que son propias del de razonamiento estadístico. Y por último, la Figura 8, basada en la Tabla 1 y originada por un análisis estadístico llamado “Análisis de correspondencias” sintetiza muy bien el cómo y por qué se relacionan o asocian las dos dimensiones consideradas (procesos y niveles), es razonable entender el calificativo de “Mapa” dado por los autores.

Por otra parte, los resultados también posibilitaron que los investigadores se planteasen los siguientes interrogantes:

- ¿Cómo se ha de proceder para que los estudiantes de manera significativa alcancen el nivel máximo de razonamiento (Abstracción Expandida)?
- ¿Se pueden implementar guías donde no sólo se les pida registro escrito, sino también representaciones graficas?, ¿ayudaría al estudio?
- Al igual que el nivel de abstracción expandida es poco alcanzado, por su complejidad, ¿por qué el nivel preestructural también reporta poca frecuencia, sí es el del razonamiento más idiosincrásico, es decir, el más familiar a los estudiantes?

Bibliografía

- American Statistical Association (ASA). (15 de Abril de 2012). *GAISE Report*. Obtenido de GAISE Report: http://sites.psu.edu/debmalyanandy/wp-content/uploads/sites/12541/2015/02/GaiseCollege_FullReport.pdf
- Andrade, L., Fernandez, F., y Álvarez, I. (2017). Panorama de la investigación en educación estadística desde tesis doctorales 2000-2014. *Revista TED*, 41, 87-107.
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: Componentes y desarrollo. *I Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pág. 2). Granada (España): Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Batanero, C., y Carmen, D. (2011). *Estadística con Proyectos*. Granada, España: ReproDigital.
- Ben_Zvi, D., y Garfield, J. (. (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and thinking*. Haifa, Israel: Kluwer Academic Publishers.
- Biggs, J. (s.f.). *John Biggs*. Obtenido de John Biggs: <http://www.johnbiggs.com.au/>
- Canada, D. (2004). *Elementary Preservice Teachers Conceptions of Variation*. Portland, Oregon.: Portland State University.



- Canavos, G. C. (2001). *Probabilidad y Estadística Aplicaciones y Métodos*. Fernandez Ciudad, S.L.: McGRAW-HILL.
- Daza, C., y Rodríguez, W. (2014). *Exploración del Razonamiento Estadístico a Nivel Universitario Bajo Situaciones de Muestreo*. Bogotá D.C: Universidad Pedagógica de Colombia.
- Difabio, H. (2010). *La renovación de la palabra en el bicentenario de la Argentina. Los colores de la mirada lingüística*. Mendoza: FFyL, UNCuyo.
- Downie, N. (1983). *Métodos Estadísticos Aplicados*. Madrid, España: Del Castillo.
- Graham, A., y Jones. (2004). Models of Developing in Statistical. *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*, 97-117.
- Hernández, F., Martínez, P., Dafonseca, P., y Rubio, M. (2005). *Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior*. Madrid: La Muralla.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (12 de Marzo de 2006). *Estandares de Competencias en Matemáticas- Eduteka*. Obtenido de Estandares de Competencias en Matemáticas-Eduteka: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional Colombia (MEN). (4 de Febrero de 1998). *Matemáticas- Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de Matemáticas-Ministerio de Educación Nacional: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Soto, O. (2005). *Fundamentos Conceptuales de Estadística*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Watson, J. M. (2004). Developing Reasoning About Samples. *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*, (160-170), Australia.: University of Tasmania.

Wilson Hely Rodríguez Gámez. Profesional en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Educación Matemática de la Universidad Pedagógica Nacional y Magister en Docencia de la Matemática de la misma universidad. Pertenece al cuerpo docente en educación superior en dos universidades prestigiosas de Colombia. Ha trabajado en el desarrollo de implementaciones de métodos estadísticos con el software R, con profesores de la misma universidad de la que es egresado como profesional.

E-mail: whrodriguez@unal.edu.co; whrodriguez@pedagogica.edu.co

Felipe Fernández Hernández. Docente universitario desde 1983. Realizó estudios de Matemáticas y Maestría en Estadística. Es profesor de planta de la Universidad Pedagógica Nacional desde 2005. Trabajó en “una empresa docente” de la Universidad de los Andes desde 1991 hasta 2003, en donde se desempeñó como profesor investigador y formador de profesores. Actualmente es coordinador de proyectos de investigación en la línea de educación estadística en la Universidad Pedagógica Nacional y catedrático de la Fundación Universitaria los Libertadores.

E-mail: fjfernandez@pedagogica.edu.co