

DIDÁCTICA DE LA ESTADÍSTICA

Autor/es: Lorenzo Jorge Rubén

Dirección electrónica de referencia: jlorenzo262@gmail.com

Procedencia Institucional: Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades “María Saleme de Burnichón”. Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba

Eje temático: Currículum, didácticas y prácticas de la enseñanza

Palabras Clave: didáctica, razonamiento, probabilidad, sesgo

Resumen

El razonamiento estadístico es la capacidad de reflexionar y tomar decisiones basadas en el uso de elementos de dicha disciplina. La presente investigación tuvo por finalidad determinar la eficacia de estrategias didácticas centradas en el aprendizaje dirigido al cambio conceptual. La investigación se enfocó en cómo los alumnos resuelven un problema de probabilidad, antes y después de haber recibido instrucción en esta unidad del programa. Los objetivos fueron: a) determinar en qué medida la explicitación del propio razonamiento en un contexto grupal, ayuda al alumno a modificarlo sin tensiones, y b) determinar en qué medida esta estrategia apoyó la transferencia de conocimientos a otro problema similar, luego de haber recibido instrucción en cálculo de probabilidades. Participaron alumnos de profesorado de la Ciudad de Córdoba Capital (n=24), a quienes se les presentó un problema de estimación de probabilidad, previo al desarrollo de la unidad que contenía esa temática. Durante la resolución mediante discusión grupal, se recolectaron datos sobre: a) la manera en que los alumnos analizaron las opciones de respuesta ofrecidas, b) expusieron las justificaciones y argumentos para la respuesta escogida, y c) emplearon estrategias para dar con la respuesta correcta. Los resultados mostraron que, la estrategia de discusión

grupal permitió afianzar el conocimiento adquirido en las clases teóricas y favoreció la transferencia de conocimiento para resolver otro problema similar. Además, la exposición de los argumentos para la resolución del problema favoreció la reflexión metacognitiva de las estrategias de razonamiento, siendo más exitosa cuando se acompañó del aprendizaje de contenido específico.

Palabras claves: didáctica – razonamiento – probabilidad – sesgo

1. Introducción

Parte del desarrollo que hace al pensamiento crítico de los profesionales que se desempeñan en ciencias sociales, requiere del conocimiento de modelos estadísticos para el análisis de datos. Aunque en años recientes estos se han complejizado notablemente, parte de la lógica que subyace a los mismos requiere una formación en conceptos básicos de la estadística, que tiene como eje el cálculo de probabilidades. La aproximación pedagógica común a esta temática contempla el desarrollo teórico de los modelos probabilísticos y el entrenamiento en el cálculo; así al menos aparece en la mayoría de los manuales de estadística consultados. Con esta estrategia, los alumnos no suelen reconocer inmediatamente la utilidad y aplicación de la probabilidad en contextos reales de investigación. Además, el mero cálculo no revela nada de la cadena de pensamientos puestos en juego para la resolución de un problema de probabilidad (Batanero, y colaboradores, 1994). Por otro lado, es el alumno quien debe extrapolar la solución propuesta a otros problemas, aunque estos no estén definidos de la misma manera que aquellos sobre los que se ejercita el cálculo. Al no hacerse explícita la estrategia de razonamiento sobre el problema, las posibilidades de transferencia del conocimiento se minimizan (Groth, 2006). Esta cuestión es acuciante en alumnos que estudian carreras humanistas, pues encuentran una brecha entre su formación en materias sociales y la estadística. Se impone así una tarea previa de motivación del aprendiz para que pueda vencer los obstáculos cognitivos que impone el aprendizaje en una materia atípica en su formación académica (Huberty, 2000). Este ha sido el desafío de muchos investigadores en didáctica de la estadística, quienes sostienen que puede enseñarse a pensar y razonar estadísticamente, eliminando las tediosas faenas de cálculos que ha sido el principal escollo para quienes han tenido una escasa formación científica (Gnaldi, 2006).

Los entornos de aprendizaje necesarios para crear las experiencias motivadoras siguen siendo hoy objeto de intensa investigación (Ridway, Nicholson y McCusker,

2007). En los últimos años el desafío de la didáctica de la estadística ha sido encontrar el modo de capacitar al estudiante para interpretar datos y dotarlo de un pensamiento crítico que vaya más allá de la apropiación de técnicas mecánicas de cálculo (Duckworth y Stephenson, 2002). Según Ridway, Nicholson y McCusker, (2007), se ha impuesto la necesidad de balancear la enseñanza entre el rigor del análisis matemático y la creatividad necesaria para la investigación social. Puesto que parte de la alfabetización para el nuevo milenio exige saber razonar con datos, es necesario fomentar y encauzar un pensamiento estadístico que le permita al alumno posicionarse sólidamente en los métodos cuantitativos de análisis (Pfannkuch y Wild, 2000; Prvan, Reid y Petocz, 2002). La didáctica de la estadística ha hecho epicentro en el razonamiento estadístico, adecuando así los contenidos de la disciplina para que los conceptos fundamentales sean asimilados de manera natural (Even y Tirosh, 2002; Groth, 2006). Este conocimiento sobre las limitaciones de la adquisición de conocimientos en estadística, ha sido ya abordado por la psicología cognitiva en un cruce disciplinar con la didáctica, reconociéndose que el juicio basado en probabilidades constituye un conocimiento difícil (Garnhan y Oakill, 1994). La dificultad no se relaciona tanto con lo complejo de los conceptos, sino en que los resultados suelen ser muy poco intuitivos. Aquí la didáctica procura centrarse en lo que ha sido definido como aprendizaje dirigido al cambio conceptual, que se refiere a la manera en que la adquisición del nuevo conocimiento se vincula progresivamente a la base de conocimiento del estudiante (Mills, 2003; Mvududu, 2005).

Se ha distinguido un razonamiento formal y otro informal que utilizan las personas para elaborar juicios. El razonamiento informal se ha asimilado a la manera en que cotidianamente planificamos, evaluamos argumentos o sopesamos opciones. Galotti (1989) señala que este razonamiento comparte muchas propiedades con el razonamiento formal pero actúa con un mínimo de información y los errores se derivan de prejuicios o sesgos (para una discusión pormenorizada ver Kahneman, 2012). A partir de esto se ha propuesto que el entrenamiento en el pensamiento formal (v.g. analogía o silogismos) mejora la capacidad de pensamiento cotidiano. Perkins (1985) en cambio destaca que el pensamiento formal es diferente en

naturaleza al pensamiento informal, por lo que cualquier entrenamiento en el primero no conducirá a mejoras en el segundo. Por su parte Kuhn, (1989) señala que el pensamiento informal no hace explícito el método de razonamiento, por tanto la principal diferencia entre ambos es el nivel en que los argumentos se expresan. En este sentido la reflexión metacognitiva es propia del pensamiento formal. En tal sentido, la autora propuso que una manera de desarrollar el pensamiento es externalizando el propio razonamiento, pero los resultados de sus estudios no mostraron que esto ocurriera siempre. Es decir reflexionar acerca de nuestra propia manera de pensar sobre un problema, no necesariamente conduce a mejores soluciones. Nisbett y colaboradores (1983), proponen que las personas tienen reglas de razonamiento intuitivo que siguen en la vida cotidiana; luego, es posible enseñarles a usar reglas en un nivel formal de abstracción. En consecuencia sería posible mejorar el razonamiento estadístico mediante la instrucción. Para Garfield, el hecho de que los estudiantes aún mostrando un buen desempeño en un curso de estadística, no logren generalizaciones válidas cuando deben enfrentar problemas de índole social, se debe a que la enseñanza no contempla cómo aplicar el conocimiento adquirido (Garfield, 2002). Por ello Garfield y Chance (2000), subrayan la necesidad de proponer actividades que revelen las estrategias seguidas por los estudiantes mientras resuelven un problema, por ejemplo promoviendo la discusión grupal de la solución. La producción obtenida puede ser utilizada como una medida simple de la cadena de razonamientos empleada en pos de la solución. Esta producción no es valorada como correcta o incorrecta, en tanto no se busca resaltar los errores. Mas bien, el escrito sirve de monitor del proceso metacognitivo que subyace a la resolución. La producción de los alumnos no solo resulta en una buena estrategia de enseñanza sino que además es un insumo importante para determinar si las actividades propuestas o las clases teóricas han sido asimiladas a la resolución de un problema. Para el docente, tener conocimiento de cuánto de lo que se imparte queda en el alumnado, o cómo éste resignifica los contenidos, es de fundamental importancia para saber que ocurre en el intercambio con el alumno. En este sentido, es común que el docente se sienta frustrado cuando tras una evaluación,

comprueba que el nivel de rendimiento de los alumnos está muy por debajo de lo esperado.

3. Aspectos metodológicos

Objetivos

Teniendo en cuenta lo dicho hasta este punto, para la presente investigación se planteo como objetivo: a) crear una herramienta de recolección de datos sistematizada que sirva para relevar información sobre las estrategias de razonamiento del alumno frente a un problema, b) determinar en qué medida la propia producción sirve para que el alumno pueda modificar su razonamiento y c) determinar si esta estrategia didáctica ayuda a resolver otros problemas similares, es decir apoya la transferencia de conocimientos.

Para estudiar la aproximación informal a un problema de probabilidades, se utilizaron dos situaciones problemáticas equivalentes a las que llamamos a) problema objetivo y b) problema transferencia. Los alumnos trabajaron primero sobre el problema objetivo; el problema transferencia se utilizó posteriormente para determinar si, con la intervención didáctica utilizada, se producía la transposición de conocimientos. En los párrafos siguientes presentamos los problemas mencionados:

Problema objetivo: es conocido en matemática recreativa como el problema de Monty Hall, la versión utilizada para esta experiencia es la que fue publicada en el libro "Matemática... estas ahí?" de Adrian Paenza. Brevemente el problema se expresa de la siguiente manera: *"En un programa de televisión se juega por un automóvil 0 km. Este está escondido detrás de una de tres puertas. Al participante que compite por el automóvil se le da a elegir una de las tres puertas. Una vez que el participante escogió la puerta donde piensa que esta el premio, el conductor del programa decide hacerlo más interesante y abre una de las dos puertas que el participante no eligió. La puerta que abre el conductor del programa no tiene el*

automóvil escondido. Ahora, hay dos puertas sin abrir, aquella que eligió el participante y la puerta que no abrió el conductor del programa. En este momento del juego, el conductor le da la posibilidad al participante de cambiar de puerta, o quedarse con la misma puerta que eligió al principio del juego. ¿Qué debería hacer el participante: cambiar de puerta o quedarse con la puerta elegida al principio del juego?”

Como puede verse el problema planteado puede resolverse mediante el cálculo de probabilidades; tal sería la aproximación formal al problema. Pero también se puede intentar resolverlo sin ese cálculo, y a esto nos referimos con aproximación informal.

Problema transferencia: también es conocido en matemática recreativa como el problema de las tres cartas, la versión utilizada para esta experiencia fue publicada en el libro “paradojas que hacen pensar” de Martin Gardner. Brevemente el problema se expresa de la siguiente manera: *“Un apostador tiene tres cartas de póker, dos de ellas tienen la misma figura en ambos lados, pero la tercera carta tiene dos figuras distintas. Así, teniendo en cuenta el anverso y el reverso de cada carta respectivamente estas muestran las siguientes figuras:*

a) diamante – diamante

b) pica – pica

c) diamante – pica

El apostador, le apuesta a un participante un peso a que la figura de la carta elegida, tiene en su reverso la misma figura. Para hacerlo interesante selecciona al azar una carta y esta resulta ser un diamante. El apostador argumenta de la siguiente manera: puesto que la carta escogida tiene un diamante en el anverso, la figura del reverso puede ser un diamante (como en el caso a) y yo gano la apuesta, o una pica (como en el caso c) y por tanto pierdo la apuesta; está claro que existen las mismas posibilidades de ganar que de perder y eso hace a la apuesta justa. Si el participante acepta el juego, ¿quien tendría más dinero luego de 100 apuestas?”.

Este problema también puede resolverse mediante el cálculo de probabilidad, lo cual sería la aproximación formal al problema. Pero, como en el caso anterior nos interesa la aproximación informal. De esta manera, los dos enunciados crean situaciones problemáticas similares, y mediante ellos se indagó el razonamiento utilizado por los participantes para llegar a la solución de los mismos.

Participantes

En esta investigación participaron 24 estudiantes de primer año de un profesorado de Sociología de la ciudad de Córdoba. Las actividades propuestas se resolvieron en tres grupos de ocho estudiantes. Cada estudiante escribió su respuesta individualmente; del análisis de éste material se relevaron las principales estrategias de razonamiento del alumno frente al problema.

Procedimiento

En la primera etapa de la investigación se presentó oralmente el problema objetivo, luego se entregó una copia escrita del mismo, y se les pidió a los alumnos que elaboraran una respuesta siguiendo las guías que se muestran a renglón seguido:

Examine las respuestas dadas a continuación y escoja aquella que considere la más apropiada para el problema. Justifique su respuesta.

- a) la mejor estrategia para ganar el juego es permanecer en la puerta elegida
- b) la mejor estrategia para ganar el juego es cambiar la puerta elegida
- c) no existe una estrategia para ganar el juego

Esta guía sirvió para estructurar la respuesta, evitar digresiones sobre las condiciones planteadas en el problema y facilitar el análisis de las estrategias empleadas en su resolución. Una vez presentado el problema y entregada la guía se les permitía a los alumnos la discusión en grupo. Al final, cada uno debía poner por escrito las conclusiones a las que había arribado. Finalizada esta etapa, se recogían las producciones de los alumnos para su análisis. En la siguiente clase cada alumno recogió su hoja de respuesta y leyeron individualmente la

justificación de la respuesta que consideraban correcta; luego se realizó una discusión grupal de cada una de ellas. Al final, se presentó la solución del problema y se les permitió realizar correcciones sobre las respuestas dadas. Todas las producciones de los alumnos fueron recogidas al final de la experiencia.

Categorías para el análisis de las respuestas

Se estructuró una guía para el análisis de las respuestas, donde se consideraron los siguientes aspectos:

A) ¿Se analizaron por igual la plausibilidad de las tres opciones de respuesta? : sabiendo que existe una respuesta correcta, es dado suponer que en el momento inicial, cualquiera de ellas puede serlo, por lo tanto todas son explicaciones plausibles.

B) ¿Se ensayaron justificaciones para las tres respuestas? Si se ensayaron argumentos para las tres respuestas, luego era necesario decidir cuál era la correcta y justificarla.

C) Si en el punto B no fue posible decidir cuál era la respuesta correcta, ¿se emplearon estrategias empíricas (v.g. ensayo y error), para dar con la respuesta correcta?

4. Resultados alcanzados y/o esperados

En todos los grupos, siete de los ocho alumnos escogieron la opción c (veintiún alumnos en total). La justificación dada para esta respuesta puede resumirse como sigue: *“Al principio del juego hay tres opciones, al escoger una puerta tenemos una posibilidad de ganar y dos de perder. Cuando el conductor del programa abre una de las puertas, sabiendo que allí no está el automóvil, las posibilidades de ganar o perder queda mitad y mitad, por lo tanto permanecer en la puerta elegida o cambiarla no mejora las chances de ganar”*.

Los alumnos que respondieron que permanecer en la puerta escogida era la mejor estrategia (dos participantes), justificaron su elección argumentando que: *“Cuando se elige una de las puertas, el conductor del programa tiene libertad de abrir cualquiera de las dos puertas restantes, si es que se había acertado en la puerta que contenía el premio, por lo tanto un cambio de puerta no aumenta las chances de ganar sino que las disminuye”*.

El alumno que escogió cambiar de puerta como estrategia justifico su elección de la misma manera en que argumentaron aquellos que propusieron no cambiar de puerta, pero en este caso se agregó lo siguiente: *“Al principio del juego las posibilidades de perder eran dos de tres; hay más posibilidades de perder al comienzo, entonces cuando se da la oportunidad de cambiar de puerta, cuando las posibilidades de perder ahora son una de dos, conviene cambiar de puerta”*.

En cuanto al análisis de las respuestas, se evidenció que: ninguno de los estudiantes consideró inicialmente la plausibilidad de las tres opciones de respuesta dadas. Al contrario, anclaron intuitivamente su respuesta en aquella alternativa que aparecía como correcta y no ensayaron justificaciones para las restantes, puesto que consideraron que no era necesario. Esto implica que no se pusieron en juego explicaciones alternativas. Solo aquellos participantes que no coincidieron con la solución dada por la mayoría, intentaron dar respuestas utilizando alguna estrategia empírica que consistieron en diagramas de las condiciones iniciales del problema. En síntesis, una vez escogida la respuesta correcta, se procuró una explicación que resultara coherente con esta.

Una cuestión de interés que surgió en la discusión grupal fue que los alumnos manifestaron que, tal como se presentaron las alternativas de respuesta, estaba implícito que se debía escoger una respuesta, aquella que parecía verdadera, y luego justificar su veracidad. Aunque esto no estuvo presente en el planteo del problema, al indagar el porqué de tal suposición, se hizo referencia casi en unanimidad a que esta era la forma en que se debían resolver las preguntas de opciones múltiples. Este hecho no fue tenido en cuenta al momento de presentar las actividades, pero expone un sesgo que gravitó en la manera en que los

participantes enfrentaron el problema. Nos referimos aquí al marco cognitivo en el que se encuadró el problema, el cual fue vivenciado como una actividad de examen.

Al finalizar la exposición grupal de los resultados se presentó la solución del problema, que consistía en mostrar que la mejor estrategia para ganar en el juego es cambiar de puerta, y se les pidió a los participantes que revisaran la respuesta que ellos habían escrito. La explicación ofrecida proponía una resolución basada en un diagrama de opciones que hacía explícito el resultado obtenido con la estrategia de permanecer en la misma puerta o cambiarla. Contra este esquema explicativo se confrontaron los argumentos dados por los estudiantes. Finalmente, la explicación revisada y corregida se anotó en la hoja de respuesta.

Resultados obtenidos con el problema transferencia.

Un mes después, se presentó el problema de transferencia con las mismas instrucciones que las dadas para el problema objetivo. La plantilla para la recolección de las respuestas fue la siguiente:

Examine las respuestas dadas a continuación y escoja aquella que considere la más apropiada para el problema. Justifique su respuesta.

- a) el apostador tendría más dinero que el participante
- b) el participante tendría más dinero que el apostador
- c) las ganancias estarían equilibradas

Aquí también se aplicó la misma grilla de análisis de las respuestas que se utilizó en el problema anterior. Para resolver el problema transferencia se permitió tener a disposición las respuestas dadas al problema objetivo.

Los resultados mostraron que en total, dieciocho alumnos escogieron la opción c del problema. La justificación que dieron por su elección puede resumirse de la siguiente manera: *“El juego es justo, ya que la cantidad de diamantes y picas es la misma, por tanto las posibilidades que la carta escogida tenga en su reverso la misma figura que el anverso es igual que escoger una carta con dos figuras diferentes”*. Estos estudiantes sí mostraron en su solución un esbozo de cálculo de

probabilidad ya que en sus escritos aparece explícita la idea de que las figuras están repartidas en un 50%.

Los restantes seis estudiantes dijeron que lo más probable es que el apostador tuviera ventaja (opción a); la justificación dada puede resumirse de la siguiente manera: *“El apostador elige de antemano el resultado que lo favorece ya que son mayores las posibilidades de sacar una carta con el anverso y el reverso idénticos”*. Estos estudiantes sí tuvieron en cuenta el cálculo de probabilidades ya que en sus escritos aparece como argumentación el hecho de que existen tres resultados posibles, y en dos de ellos las cartas favorecen al apostador.

Es de señalar que al momento de presentar el problema transferencia, los estudiantes ya habían recibido instrucción básica en el cálculo de probabilidad y combinatoria. En la discusión grupal del problema de transferencia se pudo constatar que a diferencia del problema objetivo, esta vez se analizó la plausibilidad de las opciones dadas, antes de ensayar la justificación para la respuesta escogida; un aspecto que constituyó un avance importante. Además, las respuestas individuales fueron tenidas en cuenta como puntos de vistas alternativos. Es decir, cada alumno consideró la argumentación de su compañero como otra forma de resolver el dilema de las cartas. A consecuencia de ello se descartó la opción b como correcta. También cabe destacar que en esta instancia las demostraciones fueron mucho más ricas y amplias que en la discusión del problema objetivo. Todos los alumnos intentaron diferentes soluciones empíricas, tales como la construcción de tablas de resultados y diagramas. Sin embargo, solo aquellos alumnos que consideraron la opción c como correcta, emplearon un esbozo formal del cálculo de probabilidades.

Finalmente y retomando el planteo original del problema, se ofreció una solución concordante con aquellos alumnos que escogieron la opción c, mostrando que tomando al azar una carta, se tiene una probabilidad de $\frac{2}{3}$ de que la carta seleccionada tenga la misma figura en el anverso que en el reverso, por lo tanto la apuesta favorece al apostador y no al participante. En otras palabras el apostador ganaría dos de cada tres pesos que se jueguen y por ello, luego de cien apuestas, tendría más dinero.

Conclusiones de los resultados obtenidos

Aunque los sujetos de este estudio no constituyen una muestra representativa de estudiantes de humanidades, los resultados aportan una interesante línea de análisis en lo que constituye la didáctica de la estadística, más precisamente, el cálculo de probabilidades.

En primer lugar se destaca que la discusión grupal de la solución de los problemas, es una herramienta superadora de lo que se logra con el trabajo individual. En esta experiencia, los alumnos solo trabajaban por su cuenta cuando tenían que escribir su respuesta, el resto del tiempo estuvieron comprometidos con las ideas puestas en juego en el grupo. Fue interesante notar que en la presentación del problema objetivo, los alumnos aceptaron casi mayoritariamente la opción c. Como se mencionó anteriormente, se produjo aquí un efecto de anclaje de la respuesta ya que los estudiantes consideraron que primero había que elegir una y luego justificarla. Esto obturó la posibilidad de intentar justificar las otras alternativas dadas. A este sesgo contribuyó el hecho de que la presentación de las alternativas evocó una situación de examen, y por efecto de facilitación cognitiva se procedió con un patrón de comportamiento conocido: las respuestas a los exámenes de opción múltiple. Aun aquellos estudiantes que no coincidieron con la respuesta mayoritaria, no consideraron la plausibilidad de todas las alternativas. Estos, aunque ensayaron estrategias para resolver el problema, solo atinaron a diagramar las condiciones iniciales del mismo y a partir de allí, intentar deducir cuál sería el resultado obtenido bajo la premisa de la respuesta escogida.

En lo que hace al problema de transferencia, se hizo evidente la necesidad de los alumnos de considerar las diferentes alternativas para la resolución del problema. Es decir, se observó como hecho relevante un cambio en la manera en que los estudiantes abordaron la solución, considerando todas las opciones del segundo problema como plausibles mientras cada uno exponía oralmente la solución propuesta. Como se hizo notar, los alumnos no habían tenido instrucción formal en el cálculo de probabilidad cuando se presentó el problema objetivo, pero en el momento de resolver el problema transferencia ya habían recibido instrucción en

cálculo de probabilidades y combinatoria. Esto agregó un importante avance en el abordaje del problema de transferencia, dado que todos los alumnos comenzaron por revisar las respuestas dadas al primer problema y con ello, replantearon el abordaje del problema de transferencia. Aunque varios alumnos no pudieron formalizar apropiadamente la respuesta y terminaron incurriendo en errores de cálculo, el hecho de intentar resolverlo mediante un cálculo simple, constituye un avance en la situación didáctica, ya que se reconoció que existe un encuadre formal para la situación problemática, derivada del problema anterior. Es de destacar en este punto, que la apropiación de un conocimiento hizo que se abandonara la estrategia del ensayo y el error, que fuera propia del problema objetivo. Asimismo, fue posible observar que los cálculos simples de probabilidades, condujeron a algunos estudiantes a dar la respuesta correcta. También es destacable que los errores y las correcciones permitidas a las respuestas del problema objetivo, evitó en el problema de transferencia, varios errores de razonamientos, tales como el anclaje a una respuesta.

Finalmente, se destaca que la producción escrita y la discusión grupal de resultados son herramientas útiles para poner en evidencia la manera en que los alumnos piensan o razonan sobre los problemas. Por ello, como instancia didáctica resulta útil para crear un ambiente metacognitivo donde el alumno reflexiones sobre su propio modo de argumentación. Para el docente es importante en tanto permite tener noción de cuánto es lo que el alumno ha receptado de lo enseñando y como lo utiliza. En este sentido es una medida invaluable del desarrollo de pensamiento alcanzado por el alumno y una guía para ajustar contenidos, especialmente si estos implican niveles de dificultad creciente y contenidos relacionados. En este sentido, la guía diseñada para el análisis de las respuestas resultó de suma utilidad dado que permitió no solo ordenar cronológicamente la manera en que se abordó el problema, sino que facilitó la evaluación cualitativa de las mismas por parte de varios investigadores. Es decir, los puntos A, B y C de la guía mostrada anteriormente, aplicadas como categorías de análisis, hizo posible que varios investigadores evaluaran simultáneamente la producción de los estudiantes con un importante grado de acuerdo. Su practicidad

resultó más evidente en el análisis del problema de transferencia, donde la producción escrita de los estudiantes fue mucho más amplia.

5. Bibliografía

Batanero, C.; Godino, J.D.; Green, D.R.; Holmes, P. y Vallecillos, A. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25, 4, pp: 527 – 547.

Duckworth, W. M. y Stephenson, W. R. (2002). Beyond Traditional Statistical Methods. *The American Statistician*, Vol. 56, No. 3, pp. 230-233.

Even, R. y Tirosh, D. (2002). *Handbook of International Research in Mathematics Education. Capítulo 2: Teacher knowledge and understanding of students' mathematical learning*. Ed. Lawrence Erlbaum Associates, pp: 219–240.

Galotti, K. M. (1989), Approaches to study formal and everyday reasoning. *Psychological Bulletin*. 105, pp 331 – 351.

Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education* Volume 10, Number 3, pp 31 – 51.

Garfield, J., y Chance, B. (2000). Assessment in Statistics Education: Issues and Challenges. *Mathematics Thinking and Learning*, 2, 99-125.

Garnhan, A. y Oakhill, J. (1994). Manual de psicología del pensamiento. *Capítulo 9: razonamiento estadístico*; pp: 173 – 195. Bs. As. Paidós.

Gnaldi, M. (2006). The Relationship between Poor Numerical Abilities and Subsequent Difficulty in Accumulating Statistical Knowledge. *Teaching Statistics*, Vol. 28, N° 2, pp: 49 – 53.

Groth, R. E. (2006). An Exploration of Students' Statistical Thinking. *Teaching Statistics*. Vol. 28, N° 1, pp: 17 – 21.

Huberty, C. (2000). Assessment of student performance in statistics. *Teaching Statistics*, Vol. 22, N° 2, pp: 44 – 48.

Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientist. *Psychological Review*. 96. pp. 674 – 689.

- Nisbett, R.E. Krantz, D.H. Jepson, C. y Kunda, Z. (1987). The use of statistical heuristics in everyday inductive reasoning. *Psychological Review*. 90. 339 – 363.
- Mills, J. D. (2003). A Theoretical Framework for Teaching Statistics. *Teaching Statistics*, Vol. 25, N° 2, pp: 56 – 58.
- Mvududu, N. (2005). Constructivism in the Statistics Classroom: From Theory to Practice. *Teaching Statistics*, Vol. 27, N° 2, pp: 49 – 54.
- Perkins, D. N. (1985). Reasoning as imagination. *Interchange*, 16 pp. 14 – 26.
- Pfannkuch, M. y Wild, C. J. (2000). Statistical Thinking and Statistical Practice: Themes Gleaned from Professional Statisticians. *Statistical Science*, Vol 15, No 2, 132 – 152.
- Prvan, T., Reid, A. y Petocz, P. (2002). Statistical Laboratories Using Minitab, SPSS and Excel: A Practical Comparison. *Teaching Statistics*. Vol 24, N° 2, pp: 68 – 75.
- Ridgway, J., Nicholson J. y McCusker S. (2007) Teaching Statistics – Despite Its Applications. *Teaching Statistics*. Vol. 29, N° 2, pp: 44 – 48.