



EL FORMATO TABULAR: UNA REVISIÓN DE LITERATURA TABULAR FORMAT: A REVIEW OF LITERATURE

Volumen 14, Número 2

Mayo - Agosto
pp. 1-23

Este número se publicó el 30 de mayo de 2014

Soledad Estrella

Revista indizada en [REDALYC](#), [SCIELO](#)

Revista distribuida en las bases de datos:

[CATÁLOGO DE LATINDEX](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),
[SHERPA/ROMEO](#), [QUALIS](#), [MIAR](#)

Revista registrada en los directorios:

[ULRICH'S](#), [REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [CLASCO](#)

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



EL FORMATO TABULAR: UNA REVISIÓN DE LITERATURA

TABULAR FORMAT: A REVIEW OF LITERATURE

Soledad Estrella¹

Resumen: El creciente énfasis en el desarrollo de habilidades de investigación posiciona la presentación e interpretación de los datos como actividades cada vez más importantes. Tener competencia en interpretar representaciones de datos es esencial para comprender el mundo actual y ser un ciudadano científicamente alfabetizado. La tabla es usada cotidianamente, pero no es simple comprender los diferentes procesos cognitivos que activan las tablas. En el caso de las tablas es importante saber leerlas, completarlas, construirlas e interpretarlas. Existe controversia sobre qué enseñar primero respecto a cómo graficar; sin embargo, no existe controversia de qué enseñar respecto a las tablas. Debido a las dificultades de los sujetos con las tablas, la investigación en torno a ellas es un aporte al currículo científico escolar y a las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Este artículo presenta el estado del arte sobre las tablas desde 1977 a 2012; la búsqueda y lectura de material bibliográfico del área de estadística referida a las tablas incluyó artículos científicos, libros, ponencias en congresos internacionales, tesis y currículo escolar de algunos países. Este estudio muestra la simplicidad aparente de las tablas, realiza una propuesta de estructura de tabla genérica, y entrega argumentos y lineamientos para que las tablas sean enseñadas explícitamente dadas su amplia inserción en nuestra cultura.

Palabras clave: REPRESENTACIONES ESTADÍSTICAS, TABLAS, FORMATO TABULAR, ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA.

Abstract: The growing emphasis on the development of research abilities positions the presentation and interpretation of data as activities of increasing importance. Being competent in interpreting data representations is essential to understanding the modern world and to being a scientifically literate citizen. Tables are used daily, but it is not easy to understand the different cognitive processes that tables activate. It is important to know how to read, complete, build, and interpret tables. There is controversy about what to teach first with respect to graphs, but there is no controversy about what to teach regarding tables. Given subjects' difficulties with tables, the research centers on them and contributes to the school science curriculum and to teaching and learning practices. This article presents the state of the art regarding tables from 1977 to 2012. The search and revision of the statistics bibliography referring to tables included scientific articles, books, dissertations, talks in international conferences, and school curricula from some countries. This study shows tables' apparent simplicity, proposes a generic table structure, and provides arguments and guidelines for tables being explicitly taught, given their broad insertion in our culture.

Keywords: STATISTICAL REPRESENTATIONS, TABLES, TABULAR FORMAT, SCIENTIFIC LITERACY.

¹ Investigadora y docente de posgrado del Instituto de Matemática y de pregrado en la Escuela de Pedagogía, Valparaíso, Chile. Doctora en Didáctica de la Matemática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Dirección electrónica: soledad.estrella@ucv.cl

Artículo recibido: 21 de agosto, 2013
Devuelto para corrección: 13 de marzo, 2014
Aprobado: 15 de mayo, 2014

1. Introducción

En la mayoría de los países, los nuevos cambios curriculares en matemática han colocado la enseñanza y aprendizaje de la Estadística como un eje transversal en toda la etapa escolar. En la formación de profesores de nivel preescolar y de educación básica, lentamente se ha incorporado el contenido de Estadística y Probabilidades a las mallas de estudio. Sin embargo, los profesores en ejercicio, además de no tener estudios ni prácticas de enseñanza en este tipo de contenidos, no poseen experiencia ni acceso a información que les permita entender las dificultades de comprensión de formatos usuales en el área científica como el tabular, que exigen procesos distintivos y complejos en su lectura, construcción, compleción e interpretación (Estrella, 2014).

La introducción temprana de la estadística en el currículo escolar muestra la valoración que se hace de ella en el desarrollo científico, quizás porque en la observación sistemática de los fenómenos promueve el desarrollo del espíritu investigativo. Algunos estudios sostienen que aunque las tablas estadísticas son herramientas importantes para comunicar información, reciben escasa atención en la investigación, en la educación y en la práctica estadística. Esta falta de apreciación iría en desmedro de la calidad de las tablas que acompañan presentaciones científicas y no científicas, lo que perjudicaría el aprendizaje y enseñanza de la Estadística (Koschat, 2005; Wainer, 1992; Feinberg y Wainer, 2011; Ehrenberg, 1977, 1978, 1986 y 1998).

Investigaciones previas han señalado la especificidad de las tablas y las dificultades de estudiantes y de profesores al tratar con ellas (Brizuela y Lara-Roth, 2002; Dibble, 1997; Duval, 2003; Estrella y Mena-Lorca, 2012; Martí, García-Mila, Gabucio y Konstantinidou, 2010; Gabucio, Martí, Enfedaque, Gilabert y Konstantinidou, 2010; Martínez y Brizuela, 2006; Martí, Pérez y de la Cerda, 2010; Wu y Krajcik, 2006).

La capacidad de interpretar información presentada en tablas es un elemento clave de la cultura científica, y esto requiere una atención explícita como parte de la educación de todas las personas. Algunas personas no se desenvuelven adecuadamente frente a información cuantitativa, y pueden llegar a depender de la interpretación de otros, convirtiéndose en sujetos vulnerables a engaños intencionales o no (Dewdney, 1993), puesto que no han tomado conciencia que los datos pueden manipularse para apoyar ciertos puntos de vista.

La interpretación de los datos y la habilidad de construir gráficos y tablas son fundamentales en el proceso y producción de la ciencia. Para los científicos, la organización de los datos en gráficos y tablas es un método invaluable de representación de datos para encontrar relaciones entre las variables con el fin de determinar los patrones, propiedades y relaciones (Glazer, 2011).

Las tablas son parte de la alfabetización científica pues son una de las principales formas de presentar los datos a los lectores, por ello es necesario analizar cómo mejorar el formato de tabla de modo que sea comprensible para la mayoría de las personas. El estudio de Feinberg y Wainer (2011) afirma que las tablas seguirán siendo el formato más elegido y estas seguirán dominando en la literatura científica.

Por otra parte, información en la que no se buscan tendencias, sino los datos reales ("duros"), como la entrega de información de sufragios en elecciones o los datos de ventas del día, son ejemplos en que las características de las tablas superan a las de los gráficos. Sin embargo, esta importancia y diferencia no se refleja en el discurso educativo. Y como señala Koschat (2005) se conocen ampliamente los beneficios de graficar la información y se enseñan las características y los principios de cómo hacer un buen gráfico; sin embargo, se ignoran los principios de cómo hacer una buena tabla.

El presente estudio es parte de una investigación sobre el formato tabular que, a partir de las escasas fuentes existentes sobre las tablas, ha recopilado algunas investigaciones sobre la comprensión e interpretación del formato tabular en el área de Estadística, y pretende aportar con criterios que contribuyan a la enseñanza y el aprendizaje de las tablas.

La discusión sobre las formas en que los datos pueden registrarse y resumirse puede orientar el diseño de experiencias de aprendizaje, que ayuden a estudiantes a profesor como también a profesores en ejercicio a tener consciencia de las posibles dificultades y distorsiones en la lectura e interpretación de datos contenidos en tablas. Se espera contribuir al recabar estudios respecto al formato tabular, que oriente a los desarrolladores del currículo y de textos escolares, educadores y usuarios sobre los procesos cognitivos activados por las tablas.

2. Antecedentes

La tabla es un objeto polisémico en cuanto a la pluralidad de significados de la palabra y su valoración se reconoce a través de la frecuencia de su uso. En el análisis exploratorio de

datos (Tukey, 1977) o en la modelación, las tablas y gráficos ocupan un lugar destacado al inicio y término del estudio. Es así que, en el desarrollo de un análisis estadístico, inicialmente se exploran los datos, las fuentes, las características inusuales, mediante la visualización de los datos en forma tabular y/o gráfica; luego, al realizar el análisis posterior y terminar el estudio, se requiere comunicar los resultados del análisis al público objetivo en forma completa y concisa.

La tarea de elaborar e interpretar tablas es parte integral de la práctica científica, es en los artículos académicos o en los informes donde se comunican los resultados de los análisis estadísticos, y frecuentemente en ellos se incluyen tablas y/o gráficos. La construcción de tablas que puedan leerse con facilidad (leerlas de un vistazo) no solo ayuda a los novatos en la lectura de tablas, sino también a los expertos.

Las tablas difieren en variedad, estructura, flexibilidad, notación, representación y uso, características que las hacen cubrir un amplio espectro de funcionalidades, y las convierten en un formato ampliamente utilizado. Así, muchos informes estadísticos y artículos de investigación exhiben más espacio dedicado a las tablas que a los gráficos (Feinberg y Wainer, 2011). Las tablas como un formato para la visualización de la información, y/o como herramienta de transición para graficar, reciben poca atención como un tema de investigación y de educación. Varios investigadores estadísticos estudian la comprensión de los gráficos como un área de estudio, pero no estudian las tablas. Son pocos los investigadores que han abordado el tema tablas en Estadística; sin embargo, se reconocen los aportes de Ehrenberg (1977, 1978, 1986, 1998) y de Wainer (1992) Feinberg y Wainer 2011); así como los de Tufte y Graves-Morris (1983), Tufte (1990, 2006) y Koschat (2005).

A continuación se presenta una noción general de tabla, distinguiéndolas de las listas, de carácter unidimensional. Luego, se precisa la estructura tabla estadística y algunos antecedentes históricos. La revisión de literatura permitirá recabar criterios para construir tablas estadísticas, y considerar los más relevantes para construir y presentar tablas, incluyendo las nuevas tablas construidas con herramientas tecnológicas. Posteriormente, se muestran las desventajas y ventajas del formato tabular, y las dificultades de los sujetos enfrentados a tablas. Finaliza el estudio con implicaciones para su enseñanza y aprendizaje, una discusión en torno a los hallazgos, y algunas conclusiones.

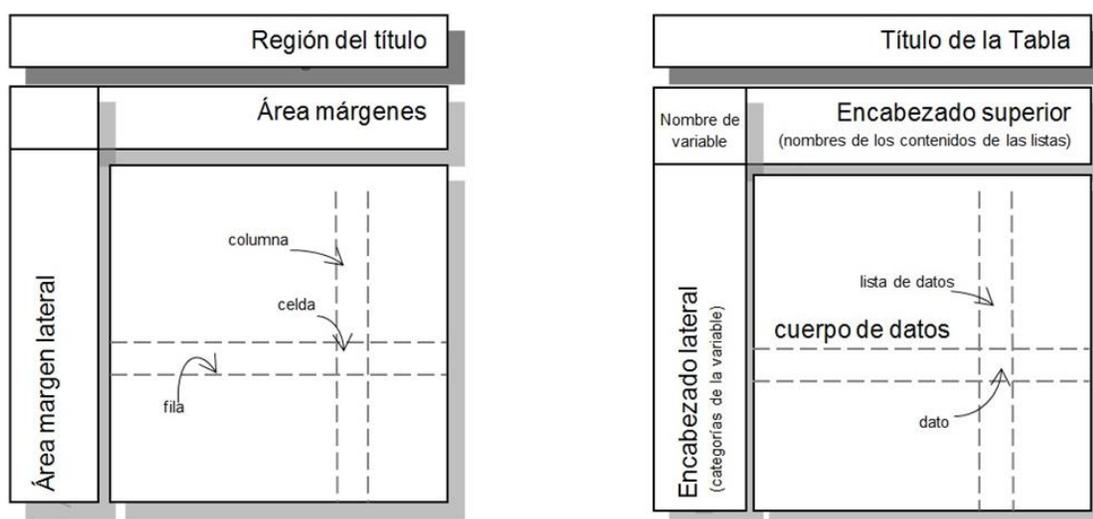
2.1 ¿Qué es una tabla?

Definir lo que es una tabla, es definición de suyo compleja. Antes de las tablas se utilizaron las listas, ellas comprenden enumeración y/o clasificación –de cosas, cantidades, etc.–, y consideran una disposición en columnas (lectura vertical) o en filas (lectura horizontal); no poseen encabezado y sus componentes se separan por espacios y/o puntuación.

Sucintamente, comprenderemos que una tabla posee un formato rectangular compuesto de encabezados y cuerpo de datos, localizados en filas, columnas y más precisamente, en celdas. Los datos de cada fila son una clase de datos, y el nombre de la clase suele aparecer explícito, mediante una rotulación verbal escrita, gráfica o simbólica específica de las filas o columnas.

Un modelo genérico de tabla (ver Figura 1) considera, el título; el encabezado superior, asociado a la región vertical; el encabezado lateral izquierdo, asociado a la región horizontal; una esquina superior izquierda que representa la región vertical u horizontal. Desde el contenido de las tablas, un modelo genérico considera, en la primera columna izquierda, las filas de las clases de datos (o categorías) (opcionalmente, con encabezado tipo título en la celda superior de la primera columna, y, desde la segunda columna, nombres de las subclases), y un cuerpo de datos (que no considera la primera columna ni la primera fila).

Figura 1: Tabla genérica.



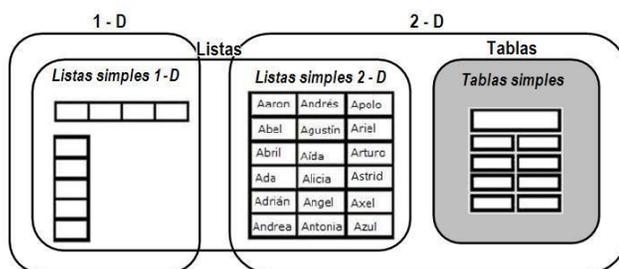
Fuente: Estrella (2014)

2.2 ¿Qué es una tabla estadística?

Una tabla estadística (e.g., la tabla de distribución de frecuencias) es un arreglo rectangular con una estructura que comprende un conjunto de filas y columnas (como el definido anteriormente), permite presentar los datos correspondientes a una o más variables (características del fenómeno bajo estudio) en forma clasificada y resumida, para permitir la visualización del comportamiento de los datos y facilitar la comprensión de la información que se puede extraer.

En la Figura 2 se muestran listas y tablas clasificadas según el número de variables que representan, esto es, unidimensionales o de una entrada (una variable) conocidas como listas (verticales u horizontales); bidimensionales o de doble entrada (dos variables). También pueden considerarse las tablas multidimensionales, de tres o más variables.

Figura 2: Listas y Tablas según dimensiones.



Fuente: Embley, Hurst, Lopresti y Nagy, 2006 (traducido por la autora)

2.3 Estructura

Ya que el objetivo de una tabla es comunicar, necesariamente debe presentar un *título* que resuma la idea principal. Este título debe ser completo, claro y conciso, entregando el contexto de espacio y tiempo donde se realizó el estudio, y si es pertinente, el tamaño de la muestra.

El *cuerpo de datos* definido en un bloque rectangular interior constituido por un grupo de celdas formadas por la intersección de filas y columnas, contiene usualmente información numérica. Como se señalaba, es usual que la primera fila superior y la primera columna izquierda no sean parte del cuerpo de datos.

El *encabezado lateral* o *primera columna* refleja las diferentes categorías de la variable según su escala de clasificación. En caso de que la tabla represente más de una variable, por

el encabezado lateral o la primera columna, generalmente se representa la que tenga más clases o categorías o la que constituye la causa, en estudios de causalidad.

En el caso de una tabla de una sola variable, sea cualitativa o cuantitativa, en el encabezado de la primera columna se ubica el nombre de la *variable*. Bajo el nombre de la variable se ubican las *categorías* correspondientes. Si la variable es cualitativa se colocan las diferentes categorías que la variable puede contener. Si la variable es cuantitativa discreta con pocos valores diferentes, debajo del nombre de la variable en la tabla se colocan los diferentes valores de la variable. En caso de una variable cuantitativa continua y con muchos valores diferentes, debajo del nombre de la variable se ubican los intervalos.

En el *encabezado superior* se presentan el nombre del contenido de las columnas, por ejemplo, frecuencias, las medidas de resúmenes o la otra variable. En la última fila y/o la última columna se colocan los totales, a veces llamados totales marginales o totales columna.

3. Revisión de Literatura

3.1 Algunos antecedentes históricos

La primera tabla de datos en la historia que presenta la estructura mencionada proviene de la ciudad sumeria de Shuruppag, data de 2.600 a. C., y tiene tres columnas con diez filas: las dos primeras corresponden a la lista de medidas de longitud y la última columna entrega productos para medir el área (Campbell-Kelly Croarken, Flood y Robson., 2003). En el área de estadística, se reconocen, a principios de 1600, registros en tablas de datos empíricos, época en que aparecen publicaciones de tablas de números. En Alemania irrumpe "Die Tabellen-Statistik" como una rama de la estadística dedicada a la descripción numérica de los hechos. Alrededor del 1660, John Graunt usa las cifras de mortalidad de Londres para crear la primera tabla de vida (*life table*) o tabla de mortalidad. En 1671, Jan de Witt utilizando tablas de mortalidad realiza el primer intento para determinar científicamente el precio de compra de rentas vitalicias. Dos décadas más tarde, en 1693, Edmond Halley construye las primeras tablas de mortalidad reales, que contienen las edades de muerte de una muestra de individuos bajo condiciones estables. En 1779, Lambert diseña la primera visualización semigráfica que combina formatos tabulares con gráficos; Minard elaborará en 1844 la tabla-gráfica para mostrar el tráfico comercial; en 1883 le seguirá Loua con el primer uso conocido de una tabla semi-gráfica que muestra una tabla de datos con niveles de sombreado; y así seguirán desarrollándose y ocupándose hasta nuestro días las tablas o combinaciones, como

las "sparklines" que Tufte diseñara en el 2004, una combinación que muestra en una tabla información gráfica en línea con el contenido (Friendly, 2009).

3.2 Algunos criterios para construir tablas estadísticas

En 1977, Ehrenberg distingue tres tipos de propósitos de tablas de datos con base empírica: las tablas informales de trabajo (para uso del analista experto y sus colegas del área, sin considerar un público más amplio); la tabla para apoyar o ilustrar una conclusión específica o hallazgos a una audiencia más o menos específica; y las tablas creadas para dejar registro en caso que se utilicen los datos, como las de estadísticas oficiales.

La regla básica en la construcción de una tabla es que sea visualmente fácil de comprender. Al leer una tabla se usa la memoria a corto plazo y rutinas de procesamiento de la información y, por lo tanto, en la lectura de los datos numéricos contenidos en una tabla es útil enfocarse sobre la variación de una única fila o una única columna, preferentemente aquellas con medidas de resumen, como promedios o totales marginales, Ehrenberg (1977, 1978 y 1986).

En 1998, Ehrenberg resume cinco criterios respecto a la elaboración de tablas con el fin de convertir los datos en información y comunicar mejor el propósito de la tabla. Las reglas se basan en capacitar la memoria a corto plazo para afrontar mejor la tarea, pues en la lectura de una tabla de números se tiene que recordar algunos números, al menos brevemente, y realizar algún cálculo mental. Los criterios propuestos por Ehrenberg son:

1. Ordenar las filas y columnas según un orden numérico (este orden permite ver aquellas que siguen o no un patrón; este criterio ayuda a que sea más fácil ver, recordar y relacionar).
2. Redondear a dos cifras (números con menos cifras son más fáciles de leer y recordar; este criterio facilita el cálculo mental y la retención de valores).
3. Entregar medidas de tendencia central como foco visual (por ejemplo, las filas y/o columnas con promedios ayudan a proporcionar un foco visual/mental; este criterio permite realizar comparaciones o examinar relaciones).
4. Usar un diseño tabular que guíe la mirada (filas a espacio simple con algunos espaciados más amplios, líneas selectivas horizontales y/o verticales, filas horizontales con sombreado intercalado, y algunas palabras en negrita; este criterio ayuda a ver y recuperar información).

5. Dar una frase resumen (comunicar en palabras lo que las cifras de una tabla entregan ayuda al lector, por ejemplo "todas las cifras bajan"; este criterio permite ver y recordar mejor los patrones, verificarlos y detectar irregularidades).

El resultado de un análisis está tan influido por los datos como por los supuestos analíticos y las opciones llevadas a cabo en el transcurso. Es beneficioso para la comprensión del problema complementar la presentación de un análisis formal con una presentación tabular informativa de los datos, ya sea en su forma original o como resumen numérico.

En muchas áreas, analistas y usuarios pueden entender fácilmente el número que se les presenta en un contexto en que el dato cuantitativo tiene un significado inmediato.

Existen buenas razones para desplegar información numérica en un formato tabular simple, tanto para apoyar la comunicación de los resultados basados en un modelo como para complementar gráficos.

Una tabla es una estructura simple donde se organizan los números o el texto en filas y columnas; frecuentemente, una fila corresponde a un caso y una columna corresponde a una variable. Koschat (2005) precisa tres consideraciones para la construcción de tablas: la elección de columnas y filas, la presentación de los números, y elementos gráficos simples. En cuanto a las filas y columnas, aconseja que las filas a comparar estén cercanas; los números se limiten a cinco o menos cifras, y cada tres cifras agregar o comas o puntos o espacios. Al considerar que una entrada se caracteriza no solo por su valor, sino también por su posición en la tabla, aconseja hacer un uso prudente de líneas y sombreado, o uso de espaciado o fuentes diferentes, o eventualmente bandas sombreadas que ayuden a determinar la posición de los elementos a comparar en la tabla.

3.3 Más criterios de presentación de tablas

Según Wainer (1992) los pasos básicos para comprender una tabla incluyen el extraer las unidades básicas de información; observar tendencias y agrupaciones; y comparar entre grupos. En el 2011, Feinberg y Wainer examinan los formatos de presentación utilizados en una revista científica durante el período 2005-2010 y encuentran que el formato tabular fue el dominante. Tras un análisis crítico de las tablas utilizadas, encuentran que la mayoría de ellas pudieron ser más comprensibles si hubiesen considerado: redondear, usar medidas estadísticas y tener un criterio de ordenamiento.

Respecto a considerar el redondeo para facilitar la comprensión de tablas, los sujetos no comprenden más de tres cifras con facilidad y en raras ocasiones se justifican más para la precisión estadística (Feinberg y Wainer, 2011). En cuanto a las medidas estadísticas, los autores sostienen que en la mayoría de las tablas es útil incluir algunas como, sumas, medias, o medianas, y aconsejan que las filas o columnas (o ambas) que las incluyan, estén separadas de otras entradas, con negrita, o espacios o líneas que separen.

Las tablas deben mostrar con transparencia los resultados, y deben ser tan autónomas como sea posible, para someterse al juicio de lectores y pares científicos. Por ejemplo, colocando los números exactos con un mínimo de cifras significativas, incluyendo las medidas estadísticas más importantes de sus resultados, organizando filas y columnas de manera que entreguen información, empleando el espacio en blanco para sugerir grupos, explayarse al titular los encabezados, ordenando por el valor de la frecuencia en vez del orden alfabético (Gelman, 2011).

3.4 Otras consideraciones para presentar datos

La literatura aconseja desplegar la información numérica usando oraciones si se quiere mostrar a los más cinco valores, y utilizar tablas cuando hay más información numérica y gráficos para relaciones complejas, (Van Belle, 2011). Unos pocos números pueden mostrarse a través de una lista, muchos valores numéricos conviene presentarlos en un formato tabular, y ocupar medidas de resumen estadísticas para mostrar las relaciones entre los datos numéricos. Sin embargo, estas no muestran completamente las relaciones, por lo que puede convenir visualizar los datos en un gráfico.

Tufte (1983) motiva a construir una tabla en lugar de un gráfico cuando hay gran cantidad de "comparaciones localizadas", y considera que tablas de gran tamaño pueden ser un excelente medio de comunicación. Este autor sugiere utilizar frases para las relaciones entre dos o tres datos, tablas para más de tres y menos de 20 datos, y gráficos a partir de tres relaciones y tanto más cuanto mayor sea el número de datos y relaciones entre ellos.

3.5 ¿Qué se debe tener en cuenta al construir tablas?

Desde la revisión de literatura llevada a cabo, las siguientes ideas se relacionan con la construcción de tablas.

Disposición. Dado que uno de los procesos más importantes realizados en las tablas son las comparaciones, es necesario facilitar la proximidad espacial de los datos, teniendo en cuenta que las comparaciones entre las columnas tienden a ser más fáciles que entre filas.

Agrupamiento. Ordenar por atributos numéricos podría mostrar conjuntos de grupos naturales en los datos. Agrupar por algún criterio predefinido permite comparaciones más sencillas entre los grupos. O agrupar por sentido común, por ejemplo, el tiempo transcurre desde el pasado al futuro.

Números. Limitar el número de cifras a mostrar, especialmente en el caso de alguna medida de error. Considerando que redondear involucra una posible pérdida de información.

Medidas. Presentar medidas estadísticas, por ejemplo, la mediana que es insensible a los valores extremos y más adecuada para distribuciones asimétricas.

Visualización. Considerar que la percepción visual humana considera la posición, forma, tamaño, simbología y color, para eventualmente utilizar sombreados, negrita, espacio o líneas en blanco, líneas, fuentes diferentes, íconos o coloreado, cuyo uso es valorado solo si ayuda a visualizar el comportamiento de los datos.

3.6 ¿Qué se debe tener en cuenta al interpretar tablas?

Considerando que un método gráfico es efectivo solo si la decodificación es efectiva (Cleveland y McGill, 1985), la interpretación tabular es una abreviación del proceso de traducción de una representación visual en una descripción verbal de una situación que comunica la tabla, y proviene de la intención comunicativa y primaria que origina la construcción de la tabla.

Para interpretar tablas y gráficos, Kemp y Kissane (2010) proponen cinco pasos. El marco desarrollado por estos autores ha sido utilizado con éxito en la educación matemática secundaria y terciaria para apoyar tanto a los estudiantes y sus profesores, y permite ayudar a los usuarios adultos a desarrollar estrategias para leer estos formatos, e interpretar críticamente la información presentada. El marco para la interpretación de tablas ofrece una progresión de la lectura numérica simple a interpretaciones más complejas, como se detalla a continuación.

Primeros pasos: mirar el título, leer los encabezados para saber qué se compara; las leyendas, notas al pie y la fuente de datos informan el contexto y la calidad esperable de los

datos. Tomar en cuenta la información sobre las preguntas formuladas en el estudio, el tamaño de la muestra, los procedimientos y el error muestral.

¿Qué significan los números?: saber lo que representan todos los números (porcentajes, '000s –miles-, etc.); encontrar el mayor y menor valor en una o más categorías para comenzar a desarrollar una opinión de los datos presentados.

¿En qué se diferencian?: mirar las diferencias en los valores de los datos en un solo conjunto de datos, en una fila o en una columna, o en las filas o columnas marginales.

¿Dónde están las diferencias?, ¿cuáles son las relaciones en la tabla que conectan las variables?: utilizar la información del paso anterior para hacer comparaciones entre dos o más categorías o intervalos de tiempo.

¿Por qué cambian?, ¿por qué hay diferencias?: buscar razones de las relaciones en los datos que se han encontrado teniendo en cuenta el contexto social, o los factores ambientales y económicos; pensar en los cambios bruscos o imprevistos, y en el contexto local y global.

Esta propuesta proporciona una plantilla genérica para que los profesores ayuden a sus estudiantes a desarrollar estrategias para la interpretación de los datos en forma tabular, y puede aplicarse a tablas simples y complejas. El nivel de complejidad y el contenido específico de la tabla deben seleccionarse de acuerdo con los tipos de datos que están siendo estudiados por los estudiantes así como los conceptos aprendidos, para que haya comprensión conceptual y una interpretación con sentido de la información desplegada por la tabla.

3.7 Actuales directrices en la presentación de las tablas

Las actuales herramientas informáticas incluyen elementos gráficos en las tablas que en sí mismos entregan información y conducen a realizar las comparaciones a lo largo de filas o de columnas. Por ejemplo, colorear en distintas escalas de color o usar longitudes de barras para resaltar la distribución y variación que presentan los datos numéricos; colocar conjuntos de iconos para clasificar de acuerdo a categorías; poner dentro de cada fila un círculo proporcional en el área a su valor numérico; colocar en ángulo los nombres de los encabezados; o incluir un histograma rotado (ver Tufte, 1983, 1990, 2006).

3.8 Algunas desventajas del formato tabular

Aunque los investigadores recomiendan el uso de gráficos, a menudo usan tablas para presentar sus propios resultados de investigación en revistas especializadas, y proponen la posibilidad de mejorar las presentaciones usando gráficos resaltando que ocupan menos espacio que las tablas que los originan (Gelman, Pasarica y Dodhia, 2002). Sin embargo, estos mismos autores están conscientes que un gráfico puede requerir una explicación más detallada que una tabla, pues uno de los puntos fuertes de los gráficos es que en ellos se visualiza la distribución de valores sobre los ejes continuos X e Y.

Cook y Teo (2011) seleccionaron criterios referidos a Ehrenberg (1977) y Wainer (1992) como una forma de evaluar qué tan bien fueron construidas unas tablas en tres *Journals* estadísticos, y consideraron: el número de entradas (mientras menos, más fácil de comprender); el número máximo de cifras (eliminar el cero a la izquierda); alineamiento de decimales (de preferencia alineados); comparaciones verticales *versus* horizontales (de preferencia verticales); y la presencia de paréntesis (que a menudo entregan una innecesaria confusión visual). En su investigación encuentran que los profesionales estadísticos menos experimentados se comportan mejor al extraer información desde formas gráficas que tabulares.

3.9 Ventajas del formato tabular

Muchas de las críticas hacia las tablas están en parte dirigidas a que presentan resultados que son difíciles de descifrar, y la ventaja de las tablas se reduce a que son mejores para encontrar información específica y comparar numéricamente, frente a los gráficos que se prestan para percibir tendencias, hacer comparaciones y predicciones (Dibble, 1997; Gelman, Pasarica y Dodhia, 2002; Kastellec y Leoni, 2007; Meyer, Shamo y Gopher, 1999).

Si las tablas permiten una visualización del comportamiento de datos y ayudan en la creación de representaciones gráficas, surge la interrogante ¿Son mejores las tablas que los gráficos?

Los gráficos pueden ser una distracción y pueden inducir a error al mostrar patrones convincentes que no son estadísticamente significativos. Los gráficos de diagnóstico pueden ser útiles en el desarrollo de un modelo, pero los informes finales presentan tablas; los gráficos colocan al lector un paso más alejado de las inferencias numéricas que son la

esencia de la investigación científica rigurosa. "Menos forma, mas contenido: de eso es lo que tratan las tablas" sostiene Gelman (2011, p. 6).

En las tablas hay menos intervención del analista que en los gráficos o la modelación. Algunas de las ventajas en el uso de tablas para proporcionar información son la presentación de los datos, o un resumen numérico de esos datos; los datos contenidos en las tablas permiten utilizarlos y convertirlos a otras formas, como a un gráfico o a un modelo; y las tablas permiten a sus usuarios manipular, operar e interpretar los verdaderos datos numéricos, Koschat (2005).

Gelman, Pasarica y Dodhia (2002) sostienen que los datos se presentan en forma tabular en una variedad de contextos, y quizás la razón principal para el uso de tablas es que es un formato conocido. Más de un tercio de las tablas aparecidas en un año en una revista científica de Estadística correspondía a resúmenes de evaluaciones de frecuencia, que corresponde a una tarea específica de la investigación estadística.

3.10 Dificultades con el formato tabular

Algunas investigaciones muestran que tanto la ordenación desde un conjunto de datos en forma de tabla como la interpretación de las tablas resultan problemáticas para los alumnos de edad escolar. Esta falta de competencia en el uso de las tablas podría explicarse por la poca importancia que tiene su aprendizaje en la escuela, pese a que el currículo escolar la incluye como contenidos de enseñanza en las áreas de matemáticas y ciencias en primaria y en secundaria. Sin embargo, el nivel de problemas presentados y la ausencia de una secuencia didáctica específica conducen a que las tablas se enseñen a un nivel muy elemental y, por lo tanto, los alumnos no se apropien de ellas como instrumentos cognitivos (Brizuela y Lara-Roth, 2002; Martínez y Brizuela, 2006; Martí, Pérez y de la Cerda, 2010; Gabucio et al., 2010).

Estudios recientes señalan que la organización de datos en una tabla de doble entrada presenta dificultades para estudiantes de primaria y secundaria. Martí, García-Mila, Gabucio y Konstantinidou (2010) dan cuenta del nivel de competencia en la construcción de una tabla de doble entrada de un conjunto de datos, de estudiantes de primaria y secundaria, y las principales dificultades encontradas por los estudiantes durante esa tarea. Los investigadores identifican y analizan las dificultades en términos de procesos cognitivos y gráficos, y sus

resultados muestran que el porcentaje de estudiantes que tuvo éxito en la construcción de una tabla convencional fue relativamente bajo.

La investigación didáctica sobre las tablas de contingencia se ha enfocado en analizar la capacidad de diversos tipos de estudiantes para identificar la asociación o relación estadística entre dos variables a partir de los datos presentados en este tipo de tabla, tanto en su forma lógica de compleción como la lectura que se hace de ellas. Estrada y Díaz (2007) han encontrado que una estrategia incorrecta de lectura es comparar las celdas dos a dos, los sujetos, una vez admitido que también los casos ausencia-ausencia son favorables a la existencia de asociación, usarían sólo los datos de una fila o una columna.

En Díaz (2005) y Estrada y Díaz (2007) se muestra la complejidad de la tabla de doble entrada a través de un análisis semiótico. Este análisis detalla los objetos matemáticos implícitos al interpretar una tabla doble y los principales conflictos semióticos en la tarea. Entre las conclusiones del segundo estudio citado, las autoras sostienen que dada la frecuente aparición de tablas en los medios de comunicación y en el material profesional del profesor [en España] y su rol en la toma de decisiones, es menester que la enseñanza en los futuros profesores considere el desarrollo de la capacidad de lectura correcta de tablas.

Coutanson (2010) señala a las listas como ordenamientos lógicos que corresponden al proceso de constitutivo de las tablas, y que insertar datos estadísticos en una tabla provoca una reorganización mental más allá de la simple enumeración oral, y considera que para pasar de la simple lectura y acceder a la interpretación de los datos, es conveniente la aprehensión global de la tabla y en particular la organización de sus márgenes.

Lehrer y Schauble (2000) investigan el progreso de los estudiantes en la invención y la convención de estructuras de datos para "matematizar" sus actividades de clasificación. Estos autores encuentran un sesgo al organizar datos espontáneamente en categorías disjuntas y dificultades de los estudiantes con una categoría que entrega información para cada celda en la misma columna de una tabla. Nisbet, Jones, Thornton, Langrall y Mooney, (2003) encuentra que el proceso de reorganizar datos numéricos en frecuencias no es un proceso intuitivo en los niños de los niveles 1 y 3. En el sentido cognitivo, Duval (2003) afirma que Piaget (1955) mostró que la posibilidad de construcción o desarrollo de cierto tipo de tablas es relativamente tardía en el desarrollo de la inteligencia en los niños, y está ligada a la aparición de estructuras operatorias formales, es decir, a la aparición de enfoques combinatorios.

Mientras que las tablas despliegan los valores discretos en categorías discretas de filas y columnas, los gráficos permiten visualizar la distribución de valores sobre los ejes continuos X e Y. Como se señalaba anteriormente, comprender una tabla requiere de atributos de lo que es una "buena" tabla centrados sobre la lectura de los números contenidos en ella: comparación entre columnas, pocos elementos (óptimo alrededor de 20, pero no más de 50), número limitado de cifras, alineamiento decimal, reducción de paréntesis, orden efectivo, inclusión de medidas estadísticas, buen uso del espacio y del diseño para comunicar. Como una tabla posee todos los datos, el foco está en la lectura e interpretación de los números, y principalmente las comparaciones con ellos y, luego, la búsqueda de tendencias globales.

3.11 Implicaciones para su enseñanza y aprendizaje

En la sociedad actual los sujetos se ven enfrentados a mucha información, por eso, se requiere que estén alfabetizados para evaluar el acceso a ella, puedan filtrar, comprender, evaluar y criticar. A pesar del papel central de las tablas en la práctica científica, así como su amplia utilización en las clases de ciencias y textos científicos, hay evidencia que la interpretación de las tablas no es una tarea fácil y la adquisición de habilidades de interpretación de tablas no es transparente. Al respecto, Conti y Carvalho (2011) señalan que las habilidades de interpretación de tablas no son adquiridas necesariamente a través de la exposición a las tablas, y estas habilidades deberían ser enseñadas, pues son esenciales en la sociedad actual.

Para ayudar a los estudiantes a desarrollar estas habilidades y convertirse en ciudadanos alfabetizados, los educadores matemáticos y de ciencias deben fomentar el análisis de datos y las actividades relacionadas con la clasificación y registro de datos en las aulas escolares. La Educación Estadística propone que el énfasis inicial debe estar el análisis exploratorio de datos, y que solo después que los estudiantes se han familiarizado con el análisis de datos pueden llegar a valorar la importancia de un diseño, Cobb y Moore (1997). En este sentido, a la pregunta ¿cómo hacer una tabla? su contrapregunta es ¿qué se quiere mostrar en esa tabla? En todos los niveles educativos, los educadores deben proponer prácticas que fomenten el desarrollo de la competencia de tabular y del análisis de datos, proporcionando oportunidades para reflexionar sobre los hallazgos, explicar lo que piensan a sus pares, sus interpretaciones y malentendidos en espacios de discusión compartida, comprobar los resultados y escribir sus explicaciones.

Los estudios epistemológicos llevados a cabo por la autora aconsejan introducir el formato tabular siguiendo una secuencia de transición paulatina de listas simples de carácter unidimensional, que relacionan número y objeto, pues listar los datos permite descontextualizarlos de su realidad inmediata. Después, pasar a listas dobles remarcando la distinción entre lo cuantitativo y lo cualitativo, y seguidamente a tablas de carácter bidimensional, ambas representaciones posibilitan una nueva clasificación, incrementando la visibilidad y definición de clases (Estrella y Mena, 2012).

A saber, esta secuencia está plasmada solo en los currículos de Inglaterra (1995, 2011) y de Brasil (1997), en los cuales se identifica la enseñanza de las tablas, y desde el primer ciclo se introduce el concepto de lista.

El currículo de Inglaterra (1999) solicita en el nivel 1, ordenar y clasificar objetos mostrando el atributo usado, luego en el nivel 2, ordenar y clasificar objetos con más de un atributo, registrando sus datos en listas simples y tablas; nuevamente en el nivel 3, desde las listas y tablas extraen e interpretan información. Ya en el nivel 4 dejan las listas para pasar a recolectar datos discretos y registrar en una tabla de frecuencias, y en el nivel 6: recolectan y registran datos continuos, creando tablas de frecuencias con intervalos de clases y, cuando se trata de una combinación de dos experimentos, los alumnos identifican los resultados mediante tablas.

En el currículo de Brasil (1997) entre los propósitos de la enseñanza de Matemáticas para el primer ciclo está identificar, en situaciones prácticas, que mucha información está organizada en tablas y gráficos para facilitar su lectura e interpretación. Este currículo permite la construcción de formas personales de registro para comunicar la información recopilada. Específicamente, señala la interpretación y elaboración de listas, tablas simples y de doble entrada para comunicar la información obtenida y la producción de textos escritos a partir de la interpretación de tablas.

4. Discusión

Existe la falsa creencia que el diseño de una tabla es sencillo, y que una tabla es una estructura simple que involucra ordenar números en filas y columnas, incluso que los usuarios no entrenados fácilmente comprenden que hay una coincidencia implícita a todos los números en la misma fila, a menudo perteneciente a un "caso", y todos los números en la misma columna, a menudo con el significado de una "variable". De hecho, Koschat (2005) señala

que esta comprensión universal de la estructura de una tabla, compartida por algunos otros constructos estadísticos, es un argumento simple, pero potente para el uso de tablas.

Contrariamente a las afirmaciones de Koschat, y como se mostró en la sección *Dificultades con el formato tabular*, muchos sujetos -y de todos los grupos etarios- presentan falta de comprensión del formato tabular, lo que los puede llevar a otros errores y/o dificultades, las que tendrían algunas implicaciones a considerar en la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias debido al manejo deficiente de ciertas tablas.

Un ejemplo se encuentra en Espinel y Antequera (2009), quienes observan que sujetos entre 15 y 16 años son capaces de leer una tabla y también extraer datos de ella, pero les resulta de cierta complejidad construir una tabla cuando han de considerar más de una variable, obligados a tener en cuenta filas y columnas, especialmente si interviene algún orden o prioridad para su correcta construcción. En la misma línea, una cita de Batanero (2001) indica que los alumnos entienden que la mediana es el centro de algo, pero no siempre comprenden a qué se refiere ese algo, porque no comprenden realmente que una tabla de frecuencias es un resumen de los datos y no son capaces de pasar de la tabla a la lista de valores, que es una representación alternativa de ellos, y si se les entregan los datos en una lista, no comprenden por qué hay que ordenar los datos.

Duval (2003) sostiene que los diversos tipos de tablas y sus diversas lecturas demandan diferentes recursos cognitivos, y que es relevante explicitar que todas las tablas no son iguales y que es un error considerar que todas se leen y comprenden de igual manera, lo que manifiesta que las dificultades de los estudiantes con las tablas puede hacer peligrar otros aprendizajes y, por lo tanto, existe la necesidad de crear y ofrecer a los estudiantes tipos de tareas del objeto tabla didácticamente beneficiosas.

5. Consideraciones finales

Los estudios mencionados dejan de manifiesto la simplicidad aparente de las tablas, la ausencia de una secuencia de aprendizaje explícita de los diversos formatos tabulares y la necesidad de realizar investigación sobre las tablas y su comprensión. En general, el uso de las tablas es pertinente cuando importan los valores individuales y las comparaciones que se realizan con ellos; o también cuando se requieren los valores específicos y exactos o la información tiene más de una unidad de medida. Por lo tanto, si se desea comunicar ideas numéricas puntuales y el mensaje está en el valor y no en la forma, es mejor usar la tabla.

Listas y tablas son herramientas intrínsecas al desarrollo del conocimiento y proporcionan dimensiones diferentes para relevar similitudes y polaridades (c.f. Ben-Zvi y Sharett-Amir, 2005). Dados los estudios epistemológicos recabados y vistos algunos programas de estudio de otros países, parece natural incluir en el currículo o en los textos escolares, de manera explícita y coherente, el tránsito desde las listas a las tablas a partir de los primeros niveles escolares. Entre las razones para ello están que con las listas comienza la distinción entre lo cualitativo y lo cuantitativo, permitiendo ampliar la visión y la definición de clases en la partición realizada desde el conjunto de datos.

Existen pocas investigaciones que consideran las dificultades que presentan los usuarios en la lectura, compleción, construcción e interpretación de las tablas. Faltan estudios que investiguen las tablas como herramientas de análisis capaces de transformar la cognición y no solo como ayudas externas que comunican información.

Esta revisión de literatura contribuye a los educadores a conocer -más que a reconocer- la estructura de una tabla, diferenciarlas de las listas y entender su vínculo. Se espera aportar a la enseñanza escolar, porque se encontraron reglas explícitas para presentar datos en tablas, que deberían dejar de ser ignoradas en la práctica y en la enseñanza de la estadística y de las ciencias.

Agradecimientos

Esta investigación bibliográfica fue financiada por el Proyecto CIE-05, Centro de Investigación Avanzada en Educación y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, del cual es parte el presente estudio.

Referencias

- Batanero, Carmen. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Universidad de Granada.
- Ben-Zvi, Dani y Sharett-Amir, Yael. (2005). How do Primary School Students Begin to Reason about Distributions? In K. Makar (Ed.), *Reasoning about distribution: A collection of current research studies*. Proceedings of the Fourth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy (SRTL-4), University of Auckland, New Zealand, 2-7 July.
- Brasil, Secretaria de Educação Fundamental. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: matemática*. Brasília: MEC/SEF. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>

- Brizuela, Bárbara y Lara-Roth, Susanna. (2002). Additive relations and function tables. *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 309-319.
- Campbell-Kelly, Martin, Croarken, Mary, Flood, Raymund y Robson, Eleanor (eds.). (2003). *The History of Mathematical Tables. From Sumer to Spreadsheets*. Oxford: Oxford University Press.
- Cleveland, William y McGill, Robert. (1985). Graphical perception and graphical methods for analyzing scientific data. *Science*, 229(4716), 828-833.
- Conti, Keli Cristina y Carvalho, Dione Lucchesi. (2011). O Letramento Presente na Construção de Tabelas por Alunos da Educação de Jovens e Adultos. *Boletim de Educação Matemática*, 24(40), 637-658.
- Cobb, George y Moore, David. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *American Mathematical Monthly*, 104(9), 801-823.
- Cook, Alex y Teo, Shanice. (2011). The Communicability of Graphical Alternatives to Tabular Displays of Statistical Simulation Studies. *PLoS ONE*, 6(11). doi:10.1371/journal.pone.0027974
- Coutanson, Bernard. (2010). *La question de l'éducation statistique et de la formation de l'esprit statistique à l'école primaire en France. Étude exploratoire de quelques caractéristiques de situations inductrices d'un enseignement de la statistique au cycle III*. (Dissertation doctoral). Université de Lyon, Francia.
- Dewdney, Alexander K. (1993). *200% of Nothing: An Eye Opening Tour Through the Twists and Turns of Math Abuse and Innumeracy*. New York: John Wiley, Inc.
- Díaz, Carmen. (2005). Evaluación de la falacia de la conjunción en alumnos universitarios. *SUMA*, (48), 45-50.
- Dibble, Emily. (1997). *The Interpretation of Tables and Graphs*. Seattle, WA: University of Washington.
- Duval, Raymund. (2003). Comment Analyser le Fonctionnement Représentationnel des Tableaux et leur Diversité? *Spirale - Revue de Recherches en Éducation*, (32), 7-31. Recuperado de http://spirale-edu-revue.fr/IMG/pdf/1_Duval_Spi32F.pdf
- Ehrenberg, Andrew. (1977). Rudiments of Numeracy. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 140(3), 277-297. doi:10.2307/2344922.
- Ehrenberg, Andrew. (1978). Graphs or Tables. *The Statistician*, 27(2), 87-96.
- Ehrenberg, Andrew. (1986). Reading a Table: An Example. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*. 35(3), 237-244.

- Ehrenberg, Andrew (1998). *Making Data User-Friendly. Marketing Learning 2, The RyD Initiative*. London: South Bank University.
- Embley, David W., Hurst, Matthew, Lopresti, Daniel y Nagy, George. (2006). Table-processing paradigms: a research survey. *International Journal of Document Analysis and Recognition (IJ DAR)*, 8(2), 66-86.
- Espinel, Maria Candelaria, y Antequera, Ana Teresa. (2009). Un estudio sobre la competencia de los alumnos en el manejo de tablas para resolver situaciones cotidianas. En María José González, María Teresa González y Jesús Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 227-236). Santander: SEIEM.
- Estrada, Assumpta y Díaz, Carmen. (2007). Errores en el Cálculo de Probabilidades en Tablas de Doble Entrada en Profesores en Formación. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (44), 48-57. Recuperado de <http://web.udl.es/usuaris/z4084849/docs/uno44.pdf>
- Estrella, Soledad. (2014). *El objeto tabla: un estudio epistemológico, cognitivo y didáctico*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Didáctica de la Matemática). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Estrella, Soledad, y Mena-Lorca, Arturo. (2012, julio). *Estudio exploratorio de las tablas en el currículo de primer ciclo básico, eje datos y probabilidades*. Ponencia en XV Jornadas Nacionales de Educación Matemática, Universidad Católica de Temuco, Chile.
- Feinberg, Richard y Wainer, Howard. (2011). Extracting sunbeams from cucumbers. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 20(4), 793-810.
- Friendly, Michael. (2009). *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*. National Sciences and Engineering Research Council. Canada: Grant OGP0138748.
- Gabucio, Fernando, Martí, Eduardo, Enfedaque, Jesús, Gilabert, Sandra y Konstantinidou, Aikaterini. (2010). Niveles de comprensión de las tablas en alumnos de primaria y secundaria. *Cultura y Educación*, 22(2), 183-197.
- Gelman, Andrew, Pasarica, Cristian, y Dodhia, Rahul. (2002). Statistical Computing and Graphics. Let's Practice What We Preach: Turning Tables into Graphs. *The American Statistician*, 56(2), 121-130.
- Gelman, Andrew. (2011). Why Tables are Really Much Better than Graphs? *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 20(1) 3-7. DOI: 10.1198/jcgs.2011.09166.
- Glazer, Nirit. (2011). Challenges with graph interpretation: a review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.
- Inglaterra. (1999). *The National Curriculum for England, Mathematics*. Recuperado de <https://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/QCA-99-460.pdf>

- Inglaterra. (2011). *The National Curriculum for England, Mathematics*. Recuperado de <https://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum/primary/b00199044/mathematics/attainment/ma4>
- Kastellec, Jonathan y Leoni, Eduardo. (2007). Using graphs instead of tables in political science. *Perspectives on Politics*, 5(4), 755-771.
- Kemp, Marian, y Kissane, Barry. (2010). A Five Step Framework For Interpreting Tables And Graphs In Their Contexts. In C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society*. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS8, July). Ljubljana, Slovenia. Voorburg. The Netherlands: International Statistical Institute. www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php
- Koschat, Martin A. (2005). A case for simple tables. *The American Statistician*, 59(1), 31-40.
- Lehrer, Richard y Schauble, Leona. (2000). Inventing data structures for representational purposes: Elementary grade students' classification models. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1-2), 51-74.
- Martí, Eduardo, García-Mila, Merce, Gabucio, Fernando, y Konstantinidou, Katerina. (2010). The construction of a double-entry table: a study of primary and secondary school students' difficulties. *European Journal of Psychology of Education*, 26(2), 215-234.
- Martí, Eduardo, Pérez, Esther y de la Cerda, Carla. (2010). Alfabetización gráfica. La apropiación de las tablas como instrumentos cognitivos. *Contextos Educativos, Años IX y X*(10), 65-78.
- Martínez, Mara y Brizuela, Bárbara. (2006). A third grader's way of thinking about linear function tables. *Journal of Mathematical Behavior*, 25(4), 285-298.
- Meyer, Joachim, Shamo, Marcia y Gopher, Daniel. (1999). Information structure and the relative efficacy of tables and graphs. *Human Factors*, 41(4), 570-587.
- Nisbet, Steven, Jones, Graham, Thornton, Carol, Langrall, Cynthia y Mooney, Edward. (2003). Children's Representation and Organisation of Data. *Mathematics Education Research Journal*, 15(1), 42-58.
- Piaget, Jean. (1955). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona: Paidós.
- Tufte, Edward R. y Graves-Morris, P. (1983). *The visual display of quantitative information* (Vol. 31). Cheshire, CT: Graphics press.
- Tufte, Edward R. (1990). *Envisioning information*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Tufte, Edward R. (2006). *Beautiful evidence* (Vol. 23). Cheshire, CT: Graphics Press.
- Tukey, John W. (1977). *Exploratory data analysis*. MA: Reading.

- Van Belle, Gerald. (2011). *Statistical rules of thumb* (Vol. 699). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Wainer, Howard. (1992). Understanding Graph and Tables. *American Educational Research Association*, 21(1), 14-23.
- Wu, Hsin-Kai y Krajcik, Joseph. (2006). Inscriptural Practices in Two Inquiry-Based Classrooms: A Case Study of Seventh Graders' Use of Data Tables and Graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 63–95.