

"NUMBERS: ZONA CERO" (I): MÉTODO CIENTÍFICO DE INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA

Ana Serradó Bayés, Pilar Azcárate Góded, José M^a Cardeñoso Domingo
Universidad de Cádiz; Universidad de Cádiz.; Universidad de Granada.
ana.serrado@uca.es; pilar.azcárate@uca.es; josem@ugr.es

[Recibido en Septiembre de 2008, aceptado en Noviembre de 2008]

RESUMEN(Ingles)

Desde la realidad de los currículos españoles sobre la resolución de problemas de matemáticas, se analiza la necesidad de los alumnos ante los métodos de científicos. Este es el punto de partida para la presentación de un modelo de pensamiento estadístico, que se configura como marco teórico para el análisis del contenido del capítulo "Vector" de la serie Numb3rs. Dicha propuesta se enmarca dentro de las acciones formativas del Proyecto titulado EarlyStatistics: improving statistics instruction in European elementary and middle schools through online professional development". (Acción 1: COMENIUS Project 226573-CP-1-2005).

Palabras clave: Método científico; pensamiento estadístico; entornos profesionales de aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de nuestra vida tenemos que dar respuesta a infinidad de preguntas como: ¿qué ropa pongo en la maleta ante un viaje al extranjero?, ¿cuál es el camino más adecuado para ir a trabajar?, ¿cuál es el coche que me interesa comprar?, ¿dónde instalo mi hogar?,... Si la respuesta a las preguntas se realiza de forma intuitiva, haciendo primar las emociones por encima de la racionalidad, nos podemos encontrar con sandalias en el polo norte, atascados diariamente en el peaje de la autopista, o vivir a cien kilómetros del trabajo. En cambio, lo perfecto sería que, debido a la trascendencia de algunas de ellas, los sujetos las respondiesen tras la aplicación de todo un proceso de resolución de problemas. No se puede caer en el reduccionismo de la dualidad, una toma de decisiones es incorrecta si está dominada por las emociones; y por el contrario, es correcta si es producto de un proceso de investigación científica. Las investigaciones sobre los razonamientos de los adultos indican que "son capaces de un grado de razonamiento hipotético-deductivo que les da una concepción de cómo 'hacer' ciencia igual que de cómo no debe hacerse" (Gutiérrez, 2002, p. 202). En el caso de los educadores adultos, esta concepción causa confusión entre el conocimiento no científico y la creencia, y hacen el desarrollo de estrategias de

pensamiento hipotético-deductivo que son a menudo incorrectas. Hecho que se constata en la práctica docente en ciencias y matemáticas, donde los "problemas" son explicados como algo que se sabe hacer, como algo cuya solución se conoce y que no genera dudas ni exige tentativas, que el profesor explica de forma lineal, y los alumnos pueden aprender dicha situación y repetirla ante situaciones idénticas (Gil y De Guzmán, 1993). Esta situación, que es común tanto para las ciencias como de las matemáticas, se agrava en el campo de la estadística. Ya que en este campo la repetición ante situaciones idénticas no depende únicamente de los contenidos a aplicar, sino de la validez de la muestra seleccionada. Esta variabilidad de los datos no se contempla habitualmente en los procesos de resolución matemáticos, y necesita de un aprendizaje intencionado, tanto por parte de alumnos como de profesores. Habitualmente, los profesores de matemáticas, si introducen la estadística, la presentan en contextos de aprendizaje basados en la aplicación lineal de estrategias de resolución, en que no se reflexiona sobre la importancia de la variabilidad de los datos. En cambio, en las situaciones cotidianas, los ciudadanos se ha de enfrentar a la resolución de problemas abiertos, que varían según los datos y en que las que, la toma de decisiones, deberían estar dominada por procesos reflexivos correctos. Para poder enfrentarse de forma óptima a estas situaciones, los profesores y alumnos necesitan de un aprendizaje intencionado sobre el significado de la resolución de problemas, la aplicación de procesos de pensamiento reflexivo, donde el estudio de la variabilidad de los datos sea el punto de partida de este aprendizaje significativo, pero a su vez una meta. En este artículo, desde esta realidad, y valorando las aportaciones de los currículos españoles sobre la resolución de problemas de matemáticas, se analiza la necesidad de los alumnos ante los métodos científicos. Este es el punto de partida para la presentación de un modelo de pensamiento estadístico, que se configura como marco teórico para el análisis del contenido del capítulo "Vector" de la serie televisiva *Numb3rs*. En la segunda parte de este artículo, se presenta como los resultados de este análisis permiten elaborar un entorno profesional de aprendizaje para reflexionar sobre el "método de científico de investigación estadística" y el pensamiento estadístico. Dicha propuesta se enmarca dentro de las acciones formativas del proyecto titulado *EarlyStatistics: improving statistics instruction in European elementary and middle schools through online professional development*. (Acción 1: COMENIUS Project 226573-CP-1-2005).

DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS AL MÉTODO CIENTÍFICO

Las necesidades de nuestros alumnos y profesores son más ambiciosas que las propuestas ministeriales sobre la resolución de problemas y la introducción de la estadística en el currículo. En el currículum se afirma que *"la resolución de problemas es capaz de activar las capacidades básicas del individuo como son leer comprensivamente, reflexionar, establecer un plan de trabajo, revisarlo, adaptarlo, generar hipótesis, verificar el ámbito de validez de la solución, etc. pues no en vano es el centro sobre el que gravita la actividad matemática general"* (MEC, 2007, p. 750). Esta propuesta supera la tradicional sugerencia de la inclusión en todas las unidades didácticas de uno o varios ejercicios de enunciado, más o menos compleja (Serradó, en prensa). Estas capacidades descritas en el Real Decreto se confunden en

nuestros libros de texto con las destrezas propuestas en forma de anexo para aprender a resolver problemas. Pero, lo que ya es más difícil que podamos encontrar en nuestros libros de texto es la propuesta andaluza, donde la resolución de problemas debe contribuir a aplicar los contenidos de forma contextualizada, conectarlos con otras materias, contribuyendo a su afianzamiento, a la educación en valores y al desarrollo de destrezas en el ámbito lingüístico (Junta de Andalucía, 2007). A lo largo de todo el proceso de resolución de problemas, los alumnos desarrollan una serie de destrezas que requieren previamente la adquisición de capacidades, como la alfabetización lingüística, numérica, científica y digital. En la construcción de estas destrezas, los alumnos son capaces de acceder, ganar, procesar y asimilar nuevo conocimiento y destrezas, que requieren el manejo efectivo del aprendizaje individual (Serradó, en prensa). En particular, requiere la habilidad de perseverar y concentrarse durante periodos amplios de tiempo, y reflexionar críticamente sobre las finalidades y objetivos del aprendizaje (European Communities, 2007). Este aprendizaje surge a través de un proceso intencionado de observación y reflexión sobre las estrategias desarrolladas, los contenidos matemáticos aplicados, las dificultades encontradas en el proceso de resolución de problemas (Serradó y Cardeñoso, 2002). Pero, a su vez, favorece el desarrollo del *pensamiento reflexivo*. Este pensamiento supone la definición y comprensión de las dificultades ante las posibles respuestas, la búsqueda de una solución provisional óptima, la verificación de los resultados obtenidos, el diseño de un esquema mental en cuanto a situaciones futuras para las que la situación actual sea pertinente. La aplicación de este proceso de pensamiento reflexivo, permite mirar desde la óptica científica cualquier problema que surja en nuestra vida diaria, y aplicar de forma racional el método científico. Las fases del pensamiento reflexivo están relacionadas con las etapas del método de investigación científica, que se corresponden a su vez con la formulación del problema que motiva el comienzo de la investigación, enunciado de la hipótesis, recogida de datos, análisis e interpretación de los datos (Asensi y Parra, 2002). Las fases de recogida, análisis e interpretación de los datos son específicas para los diferentes campos del saber, requiriendo de una disciplina para su ejecución. En el caso particular de las matemáticas muchos "modelos de modelización matemática" no tienen en cuenta la recolección y análisis de datos que son necesarios desde la perspectiva de la estadística (Biehler, 2008). Wild and Pfannkuch (1999) analizan cuáles deben ser los procesos asociados a los métodos de investigación estadística, y los consideran como la primera dimensión del pensamiento estadístico.

MARCO TEÓRICO. MODELO DE PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

De acuerdo con Pfannkuch and Wild (2000, 2004) cuando un estadístico trabaja en un problema estadístico, cuatro dimensiones están continuamente y simultáneamente, en uso. Estas cuatro dimensiones configuran un modelo de pensamiento estadístico, consistente en dos, llamadas ciclos de la actividad de pensar, ciclo interrogativo y ciclo investigativo, y dos más llamadas tipos de pensamiento estadístico y disposiciones. La primera dimensión (Di (1)) corresponde con el *ciclo de investigación* (Figura 1) tiene para estos autores cinco fases que son Problema, Plan, Datos, Análisis y Conclusiones (PPDAC), y que tienen correspondencia con las fases del "método de investigación científica".

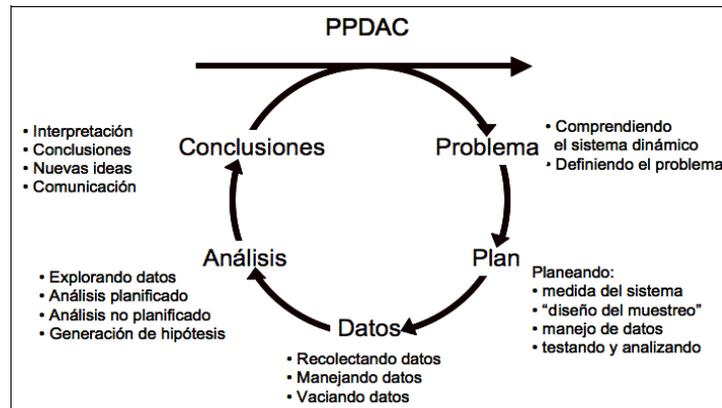


Figura 1.- Ciclo de investigación estadística.

La segunda dimensión (Di (2)) corresponde con los *tipos de pensamiento*, algunos de ellos son comunes a toda resolución de problemas y otros inherentes a la estadística.

Tipos generales	Tipos fundamentales al pensamiento estadístico
Estratégico: ✓ planificar y anticipar problemas. ✓ conciencia del constreñimiento práctico Buscando explicaciones Modelando ✓ construcción seguida del uso Aplicación de técnicas: ✓ siguiendo precedentes ✓ reconocimiento y uso de arquetipos ✓ uso de estrategias de resolución de problemas	Reconocimiento de la necesidad de datos Transnumeración (Cambio de representaciones para generar comprensión). ✓ capturando medidas del sistema real. ✓ Cambio de representaciones de datos. ✓ Comunicando mensajes en datos. Consideración de la variación ✓ notando y reconociendo ✓ midiendo y modelando los propósitos de predicción, explicación, o control. ✓ Explicando y tratando con ✓ Estrategias investigativas Razonando con modelos estadísticos ✓ razonamiento agregado Integrando lo estadístico y contextual - información, conocimiento, concepciones.

Tabla 1

La tercera dimensión (Di (3)) es el *ciclo interrogativo* (Figura 2) que es un proceso genérico de pensamiento que se usa constantemente en los procesos de resolución de problemas estadísticos. Los ciclos se aplican en un nivel macro, pero también en niveles de mayor detalle de pensamiento porque este ciclo es recursivo.

La cuarta dimensión (Di (4)) son las *disposiciones*, y se refieren a las actitudes de los estadísticos en los procesos de resolución de problemas, que son: curiosidad y reconocimiento, compromiso, imaginación, escepticismo, ser lógico, una propensión para buscar un significado más profundo, abertura y perseverancia. Estos autores construyen este modelo a partir del análisis del trabajo de los alumnos durante la realización de tareas estadísticas, de entrevistas con alumnos que lideran proyectos estadísticos, y de entrevistas con estadísticos de diferentes sectores (economía,

marketing, medicina, ...), y lo utilizan para analizar el pensamiento de los alumnos, la enseñanza y el desarrollo del currículo estadístico. Para estos autores la principal finalidad de la aplicación de estas fases del círculo en la investigación estadística es utilizarlo para expandir el cuerpo de conocimiento asociado al contexto. En este artículo se utiliza este modelo como marco teórico para el análisis del pensamiento estadístico que subyace en el contenido visual y textual del capítulo "Vector de Numb3rs" que se debe considerar como un contexto para un entorno profesional de aprendizaje estadístico.

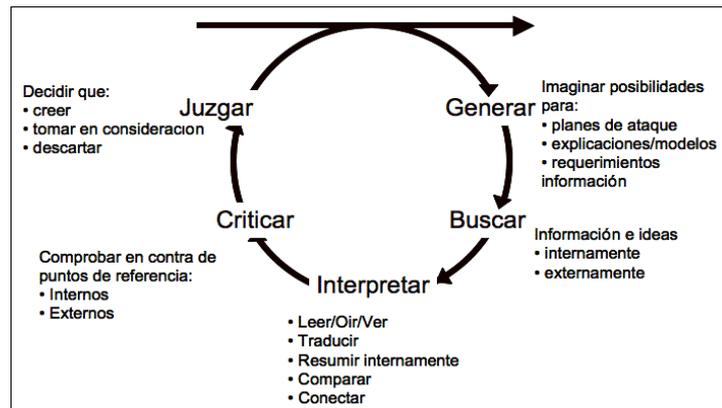


Figura 2.- Ciclo interrogativo

VECTOR DE NUMB3RS

García (2005) indica que la forma de trabajar de los personajes de las series como "C.S.I." o "House" puede servir para ilustrar metafóricamente algunas características del trabajo científico. El proceso de indagación que siguen los protagonistas hasta llegar a un desenlace es sistemático y racional de forma muy similar al quehacer científico. Por este motivo, se pueden considerar como series "científicas". En este artículo se intenta validar si este es el mismo caso para la serie "Numbers" (Figura 3). El héroe de la serie se llama Charlie Epps, profesor de matemáticas en CalSci. Charlie utiliza todas las herramientas que le aportan las matemáticas para analizar el crimen, para buscar pautas, para predecir comportamientos y ayudar a su hermano Donald, agente del F.B.I., a solucionar los casos que se plantean en la ciudad de los Ángeles. Un ejemplo es el capítulo "Vector" de la primera temporada, que se analiza en este artículo. Presenta como contexto una "pandemia de gripe española". En este capítulo, varias personas que viven en Los Ángeles pero, aparentemente, sin nada en común entre ellos, comienzan a sentirse mal y mueren en el mismo día.

Don cree que un grupo de bioterroristas podrían haber liberado un virus. Mientras él trata de descubrir si alguien más está afectado, Charlie investiga cuál pudo ser el punto de origen, a partir de la aplicación del método científico de investigación estadística.

Para que la serie fuese coherente desde el punto matemático y educativo, los creadores solicitaron la ayuda de la empresa Texas Instruments y del N.C.T.M. (National Council of Teachers of Mathematics) asesorándoles en la elaboración de los

guiones. A su vez, se creó una plataforma de Internet llamada "We All Use Math Everyday" (www.weallusematheveryday.com/) que incluye sugerencias para profesores sobre cómo utilizar los conceptos de los episodios en clase. Estas actividades, en general, están dirigidas a corroborar y discutir sobre los cálculos que presenta Charlie, el protagonista, en la serie. Pero no tiene como finalidad el análisis de su actividad como estadístico ni cómo se presenta el "método científico". Para dar una respuesta válida a si el capítulo "Vector" fundamenta correctamente el método científico se necesita de un proceso de investigación intencionado. La metodología de investigación cualitativa que se describe en este artículo es el análisis del contenido visual y textual del capítulo.

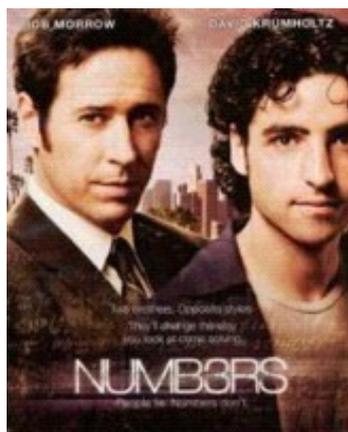


Figura 3.- Póster de la serie.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN. EL ANÁLISIS DE CONTENIDO.

El análisis del contenido es una "técnica para hacer inferencias reproducidas idénticamente y válidas de los textos (o de otros datos significativos) en el contexto de su uso" (Krippendorff, 2004, p. 18). Se remite a formular, desde los datos, inferencias que reproducen y validan lo que se puede aplicar en un contexto. La técnica se basa en el hecho de que las respuestas orales frente a una variedad de situaciones dan información sobre las motivaciones que subyacen en el discurso del sujeto. Es posible extraer información de él porque el discurso humano está guiado por reglas y está internamente estructurado (Piñuel, 2002). En el caso de los guiones de cine o televisión estos presentan un discurso guiado, que se presenta en función de los diálogos de los protagonistas, y que será en este caso fruto del análisis del contenido. El análisis del contenido textual y visual del capítulo tiene como finalidad dar respuesta a dos preguntas: ¿cuáles son los ciclos de investigación estadística que se presentan? ¿qué relaciones se establecen con otras dimensiones del pensamiento estadístico? Dicho análisis se fundamenta en el marco teórico sobre el modelo de pensamiento estadístico, y las categorías para su análisis corresponden a las cuatro dimensiones que se han presentado con anterioridad. Cada uno de los elementos de esta dimensión ha servido para distinguir las unidades de análisis, categorizarlas y clasificarlas. La clasificación que se ha realizado se refiere a las cuatro dimensiones (Di) establecidas en el marco teórico. En la siguiente sección se presentan los resultados correspondientes a la clasificación atendiendo a los ciclos de investigación estadística.

LOS CICLOS DE INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA DE "VECTOR DE NUMB3RS".

Los resultados del análisis de contenido indican que se presentan en el capítulo tres ciclos de investigación estadística, que intentan dar respuesta a tres preguntas o cuestiones diferentes relativas a los datos: ¿cuál es el punto de origen?, ¿por qué el virus no se extiende en todas las direcciones?, ¿cómo pueden ser más vulnerables al mismo virus?. En las siguientes secciones se presentan los resultados del análisis de contenido de cada uno de los ciclos y la relación con las otras tres dimensiones.

Primer ciclo de investigación: ¿cuál es el punto de origen?

El primer ciclo de investigación estadística empieza con la comprensión por parte de la Comandante Lee (CL), el agente del FBI (DE) y de Charlie el matemático de los elementos del sistema dinámico que generan *el problema*.

CL: Tenemos que asumir que es un agente infeccioso, probablemente aerotransportado o viral.

Es Don Epps, el agente del FBI el que define el problema.

DE: ¿Dónde empezó?

En el proceso de generación del problema y la elaboración de un plan para su resolución se ponen en juego otras dimensiones del modelo de investigación estadística que se recogen en la siguiente tabla.

<i>Di</i>	<i>Elemento</i>	<i>Diálogos</i>
3	Generar Imaginando posibilidades para modelos	Charlie Epps (CE): Seguir la pista a una enfermedad es un problema con muchas variables. Es un problema complejo de variables múltiples.
2(2)	Estratégico Conciencia del constreñimiento práctico	CE: Supongan que una persona infectada entra en una habitación vacía. Cuatro personas vacías entran en la misma habitación. Sólo dos se contagian. Pero los cinco entran en otras habitaciones. Y cada uno se junta con cuatro personas sanas. Hay más contagios y así sucesivamente. Cuando ya hay 100 habitaciones, resulta difícil dar con el rastro de la primera mujer.
2(2)	Razonando con modelos estadísticos Razonamiento agregado y básico.	CE: Se necesitan complejos análisis estadísticos y teoría de gráficos.
3	Juzgar Decidiendo que tomar en consideración	DE: ¿Qué sabemos hasta ahora? CE: Hay varios lugares que relacionan a dos o más víctimas.
4	Imaginación Una propensión a buscar más significados	CE: El centro es común a cinco víctimas. Puede ser un patrón posible. Es pronto para saberlo.

Tabla 2

La consideración de un posible patrón surge del análisis de los datos de las cinco víctimas a partir de la descripción de algunas variables en una tabla. Esta puede

considerarse como la fase de testar y analizar las propiedades para elaborar un plan, que se concreta en los siguientes elementos:

<i>Di</i>	<i>Elemento</i>	<i>Diálogos</i>
2(2)	Reconocimiento de la necesidad de datos	DE: Lo que quieres decir es que necesitas más datos
2(2)	Integrando lo estadístico y conceptual	CE: Para encontrar el punto de origen y ver cómo se extiende
2(1)	Aplicando técnicas Siguiendo precedentes	CE: Hay que seguir en esta línea, seguir este espectro.
2(2)	Razonando con modelos estadísticos Agregando razonamiento base	CE: Al computar el porcentaje reproductivo [...] Esto es un modelo SIR: susceptibles, infecciosos, recuperados.
3	Juzgar Decidir qué tomar en consideración	CE: Trabaja con dos puntos clave ¿cuál es el origen? ¿una persona o un lugar?. Lo que se llama un paciente cero. ¿Dónde están los nuevos pacientes?
2(2)	Midiendo y modelando para el propósito de la explicación. Consideración de la variación	FBI: Parece una planta. CE: Un virus se extiende. Crece por así decirlo. La formación de ramas es común a la naturaleza, desde el cristal hasta las secuoyas.
2(2)	Transnumeración Cambio de representaciones de datos	CE: Nos faltan datos para localizar dónde empezó o predecir su expansión. CE: Entonces sabremos la forma de las ramas y las hojas

Tabla 3

Como podemos observar del análisis de la tabla en esta fase de planificar, Charlie Epps utiliza el pensamiento general y, principalmente el estadístico.

La siguiente fase del ciclo es la recolección de más datos, su manejo y vaciado.

FBI: ¿Hay más datos?

CL: Once más,

CE: Un taxista, estos datos nos hacen cruzar el punto de inflexión.

Este punto de inflexión permite un análisis de datos, a partir de su exploración, y su representación gráfica, atendiendo a un análisis vectorial de los movimientos de los enfermos. En el capítulo el análisis vectorial que realiza Charlie Epps, el matemático, se visualiza mediante el siguiente gráfico (Figura 4).

Tal y como indica el texto del gráfico, el miembro del FBI indica:

FBI: Parecen dos árboles creciendo con la misma raíz. Uno hacia el norte y otro hacia el sur.

Charlie el matemático interpreta este gráfico junto con los datos y concluye cuál es el punto de origen que cierra el primer ciclo de investigación.

CE: Los dos empiezan en Unión Station.

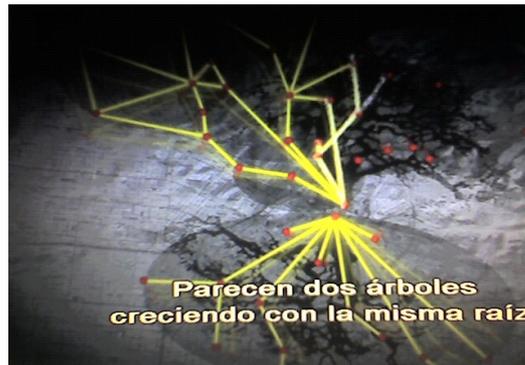


Figura 4.- Proyección de los vectores

Segundo ciclo de investigación: ¿Por qué el virus no se extiende en todas direcciones?

En este segundo ciclo de investigación en el que se intenta dar respuesta a porque el virus no se extiende en todas las direcciones, adquiere gran importancia la *disposición* Charlie Epps como matemático, y estadístico.

Muestra un escepticismo con frases como:

CE: No estoy seguro de estos datos. No he podido comprobar su fiabilidad.

CE: He encontrado una solución para el punto cero, pero los expertos creen que es acertada, y yo.

LF (Cosmólogo): No confías en ti mismo.

La falta de confianza en si mismo le hace buscar un significado más profundo, al compromiso con los resultados.

CE: Y me preocupa que si me equivoco el mapa de proyección pasará por alto mucha gente infectada.

CE: ¿Cómo te perdonas si te equivocas?

Como matemático el error sólo puede ser motivo de una mayor disposición, siendo lógico en su respuesta.

CE: Aunque no hemos podido encontrar pautas concretas con trenes, creo que podemos encontrarlos en relación con autobuses.

LF: Como tanto te gusta decir [refiriéndose a Charlie Epps]: "Las matemáticas son lógica"

La disposición de Charlie, el matemático, guía la consecución del segundo ciclo de investigación científica, que parte de la presentación del sistema dinámico.

CE: El agente infeccioso es gripe pandémica

CL (Comandante Lee): Pueden venir de cualquier parte, si han soltado el virus pueden venir de un punto concreto. Una zona de expansión clásica. Un centro de transportes, lleno de gente que va y viene.

Para la comprensión del sistema dinámico se necesita de otras dimensiones, recogidas en la siguiente tabla.

Di	Elemento	Diálogo
3	Decidir qué tomar en consideración. Juzgar	CE: Pero hay muy pocas víctimas vinculadas con los trenes [que confluyen en Unión Station]
2(2)	Midiendo y modelando con el propósito de controlar. Consideración de la variación	CE: Estoy trabajando con un análisis estadístico con variables complejas y vectores múltiples.
3	Criticar en contra de referentes internos	LF: ¿Cómo puede ser algo lógico y sospechoso matemáticamente?
3	Decidir que tomar en consideración	LF: Debes volver a los datos.
2(1)	Reconocimiento y uso de arquetipos. Aplicación de técnicas	CE: Aquí está el mapa de expansión como un roble que crece hacia el norte y el sur.

Tabla 4

La comprensión del mismo junto con la interrelación con el ciclo interrogativo en el que se juzga y critica la información, además de la consideración de la variación, y el reconocimiento y el uso de arquetipos, permiten a Charlie plantear la siguiente pregunta, que genera este ciclo investigativo.

CE: ¿Qué ha pasado al este y al oeste? ¿Por qué el virus no se extiende en todas direcciones?

De nuevo Charlie se interroga, piensa estadísticamente para imaginar posibilidades, cambiar la representación de datos, e interpretar

Di	Elemento	Diálogo
3	Imaginar posibilidades Generar	CE: ¿A ver qué ocurre al adaptar la trayectoria vectorial a la estación de autobuses?
2(2)	Cambiando representación de datos. Transnumeración	CE: Ves este modelo [considerando el punto origen la terminal de autobuses} incorpora más casos. Casi un 36% más, para ser exactos.
3	Conectar. Interpretar	DE: ¿Qué significa eso?

Tabla 5

Para concluir en este segundo ciclo de investigación que el virus no se extiende en todas direcciones porque el punto de origen es:

CE: La Terminal de autobuses.

Tercer ciclo de investigación: ¿Cómo pueden ser más vulnerables al mismo virus?

En este tercer ciclo de investigación empieza de nuevo con un ciclo interrogativo, que surge de las dudas que presentan Don Epps, agente del FBI, y la Comandante Lee,

dónde intentan interpretar, imaginar posibilidades, sobre la respuesta a cómo pueden ser más vulnerables los habitantes del norte a la cepa que los del sur.

DE: Lo estoy interpretando bien, los del norte están más enfermos que los que van al sur.

DE: ¿Cómo puede ser el norte más vulnerable al mismo virus?

CE: ¿Y si no es el mismo virus? ¿Y si hay dos virus diferentes?

CL: Hay dos cepas del mismo virus. La diferencia no es significativa

DE: ¿Qué probabilidad hay de que aparezcan por si solas?

CE: Es estadísticamente imposible.

La respuesta está en:

IN (Investigador): La diferencia es un Gen-O.

Ante la presentación de este nuevo elemento que dinamiza el ciclo de investigación, se reconoce la necesidad de nuevos datos, para considerar las necesidades de cambio (transnumeración).

DE: Hay que buscar a los que entraron y salieron de la estación de autobuses el día que soltaron el virus.

CL: Ahora que tenemos estos datos, quizás encontremos víctimas que no conocemos.

A partir de aquí la respuesta a la pregunta se basa en la aplicación de las fases generales de pensamiento, para planificar y anticipar problemas.

CL: Calcular la diferencia entre las cepas puede llevar meses.

Y el uso de estrategias de resolución de problemas como son un análisis básico a partir del análisis simplificado del gráfico de ambas cepas, que en el capítulo se visualiza de la siguiente forma (Figura 5):

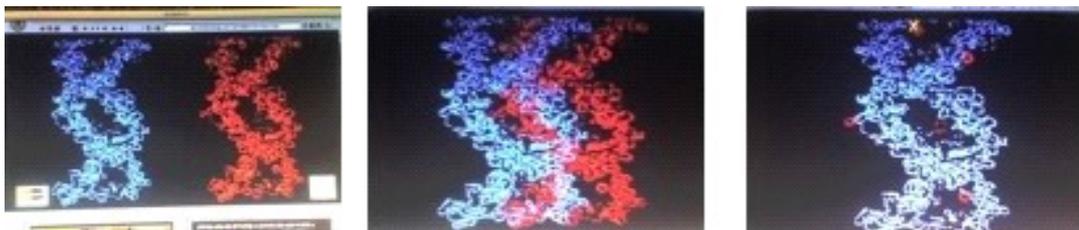


Figura 5.- Simplificación del proceso

CL: En esa simplificación hay una similitud de la firma proteínica.

Que permite concluir por qué los habitantes del norte pueden ser más vulnerables al mismo virus.

Charlie Epps, consciente que el consejo de volver a los datos repetidamente le ha servido para resolver su problema, expresa:

CE: Vengo a darte las gracias. Por tu consejo para mi problema que funcionó.

LF: A veces el método científico, funciona si le das una oportunidad.

En síntesis, el análisis de contenido ha permitido distinguir tres ciclos de investigación estadística que dan respuesta a tres preguntas. La primera pregunta "¿cuál es el punto de origen?" es la hipótesis de partida de la investigación en un contexto biológico de epidemia gripal. Las otras dos cuestiones "¿por qué el virus no se extiende en todas direcciones?" y "¿cómo pueden ser vulnerables al mismo virus?" surgen como producto de la finalización de cada uno de los ciclos de investigación estadística. En cada uno de ellos se distinguen los diferentes ciclos interrogativos, de pensamiento estadístico y las disposiciones de Charlie el matemático.

EN CONCLUSIÓN

El análisis del contenido textual permite concluir que en los tres ciclos de investigación presentados entran en juego, con mayor o menor importancia, las tres dimensiones. Por lo tanto, en los diálogos del capítulo subyacen las bases del pensamiento estadístico, y del método científico. Además, se ha constatado la potencialidad de este marco teórico para el análisis de la coherencia de los diálogos en los guiones del capítulo "Vector" de la serie Numb3ers. En este sentido se puede considerar que el análisis de contenido de los diálogos y el marco teórico basado en el "Modelo de Pensamiento Estadístico" son dos herramientas válidas y fiables para investigar sobre el carácter científico de las películas, series de televisión y novelas científicas. La indagación sobre el carácter científico de cada las series, películas y novelas, y el análisis de los contenidos que se incluyen han de permitir desarrollar más escenarios basados en los principios del método científico. La visualización sería un precursor en los alumnos del reconocimiento de cuáles son los ciclos de investigación estadística e interrogativo, de los tipos de pensamiento y de las disposiciones ante la tarea estadística. Pero el reconocimiento detallado de la información no es suficiente para fomentar el aprendizaje del alumnado. La idea de aprendizaje es mucho más que recolectar información, implica sintetizar las nuevas ideas y la información con ideas existentes y la información en una comprensión perfeccionada. Estos procesos están directamente relacionados con la propuesta del desarrollo de un pensamiento estadístico. En el método de investigación científica, el círculo de investigación (PPDAC) adquiere un papel muy importante en la planificación de las unidades de estadística ya que provee de una estructura para organizar las tareas de enseñanza (Sánchez y Blancarte, 2008). En la segunda parte de este artículo se analiza como este escenario ("Vectores de Numb3rs") junto con su contexto y actividades, da las claves para favorecer el aprendizaje del alumno a través del análisis de los elementos más significativos del método científico. Además, estos son los elementos básicos para la elaboración de un entorno profesional que favorezcan la construcción del conocimiento pedagógico estadístico que necesitan los profesores noveles y en activo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asensi, V. & Parra, A. (2002). El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. *Anales de Documentación*, 5, 9-19. En línea: <http://www.um.es/fccd/anales/ad05/ad0501.pdf>

- Biehler, R. (2008). From Statistical Literacy to fundamental ideas in mathematics: How can we bridge the tension in order to support teachers of statistics. En C. Batanero; G. Burrill; C. Reading & A. Rossman (Eds.) *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 y 2008 IASE Round Table Conference*.
- European Communities (2007). Key Competences for Lifelong Learning. European Referente Framework. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities. En línea:
http://ec.europa.eu/education/policies/2010/objectives_en.html#basic
<http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v20n3p477.pdf>
- García, F. J. (2005). La serie C.S.I. como metáfora de algunas facetas del Trabajo Científico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 374-387. En línea:
http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_3/Vol_2_Num_3.htm
- Gil, D. & De Guzmán, M. (1993). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática -Tendencias e Innovaciones - Biblioteca Virtual Oei. En línea:
<http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm>.
- Gutiérrez, M. E. (2002). El aprendizaje de la ciencia y la información científica en la educación superior. *Anales de Documentación*, 5, 197-212. En línea:
<http://eprints.rclis.org/archive/00002829/>
- Junta de Andalucía (2007). *Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*. BOJA de 30 de agosto de 2007.
- Krippendorff, K. (2004). *Content análisis: An introduction to its methodology* (2n ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- MEC (2007). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*, BOE de 5 de enero de 2007.
- Pfannkuch M. & Wild, C. J. (2000). Statistical thinking and statistical practice: Themes gleaned from professional statisticians. *Statistical Science*, 15, 132-152.
- Pfannkuch M. & Wild, C. J. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. In J. Garfield & D. Ben-Zvi (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 17-46). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Piñuel, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*, 3(1), 1-42.
- Sánchez, E. & Blancarte, A. L. (2008). Statistical Thinking as a fundamental Topic in training the teachers. En C. Batanero; G. Burrill; C. Reading & A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 y 2008 IASE Round Table Conference*.
- Serradó, A. (en prensa). "Resolución de problemas y competencias básicas". Aceptado

en *XII Congreso sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas THALES. La actividad matemática en el aula del siglo XXI*. 10-13 de Octubre 2008. Sevilla: S.A.E.M. "Thales".

Serradó, A. & Cardeñoso, J.M. (2002). La resolución de problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de Educación Secundaria. En J.M. Cardeñoso; E. Castro; A . J. Moreno & M. Peñas (Eds.), *Investigación en el aula de Matemáticas. Resolución de problemas* (pp. 245-253). Granada, España: Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. S.A.E.M. "Thales".

Wild, C.J. & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *Internacional Statistical Review*, 67(3), 223-265.

NUMBERS: ZERO ZONE" (I). SCIENTIFIC METHOD OF STATISTICAL INVESTIGATION

SUMMARY

From the reality of the Spanish curriculum about the mathematical problem solving, we analyse the students' needs about the statistical scientific methods. This is the depart point for presenting a model of Statistical Thinking, that it becomes a theoretical framework to analyse the content of the Chapter "Vector" of Numb3rs' Serial. This proposal is framed in the instructional actions of the Project "EarlyStatistics: improving statistics instruction in European elementary and middle schools though online professional development" (Action 1: COMENIUS Project 226573-CP-1-2005).

Key words: *Scientific method; Statistics thinking; professional learning environments.*