

Matemáticas y Epidemiología: Introducción en Enseñanza Secundaria

Virgilio Gómez Rubio; Virgilio.gomez@uclm.es. Escuela Politécnica Superior UCLM (campus de Albacete)

M^a José Haro Delicado; mariajose.haro@uclm.es. IES Al-Basit (Albacete) y Escuela Politécnica Superior UCLM (campus de Albacete)

Abstract

Una de las grandes inquietudes del hombre ha tenido, y tiene, que ver con la terna vida-enfermedad-muerte. Al ser humano siempre le ha preocupado preservar la vida y para ello, ha necesitado “medir la salud”. ¿Qué significa medir la salud? Básicamente, se trata de establecer el nivel de salud y de bienestar de una población detectando la presencia y causas de las enfermedades y muertes, así como su expectativa de vida. La epidemiología es el procedimiento más simple y directo para estudiar las causas de las enfermedades en el hombre. Investigadores y médicos lo usan a diario de manera consciente e intuitiva. En la base del método epidemiológico está la habilidad para contar, pensar con lógica y ser creativo. Son buenas razones que justifican su uso en secundaria, además de ofrecer la posibilidad de tomar contacto con uno de los campos científicos más importantes, en los que se aplican las matemáticas.

Desarrollo de la propuesta

Epidemiología y medicina tienen orígenes comunes. Hipócrates relacionaba causas de enfermedades con factores personales y ambientales. A mediados del siglo XVII Graunt cuantificó los patrones de nacimientos y muertes y la distribución de enfermedades en poblaciones con características comunes. La eficacia de los métodos epidemiológicos se manifiesta en los estudios de J. Snow referentes a la epidemia de cólera que sufrió Londres en 1848-1849. Las pruebas de asociación entre el hábito de fumar y el cáncer de pulmón desarrolladas por Doll y Peto y ensayos clínicos de campo como el de la vacuna de la poliomielitis que incluyó en torno a un millón de niños en edad escolar y que estableció, sin dejar lugar a dudas que la vacuna era segura y eficaz, son otros muy buenos ejemplos. En la actualidad, la epidemiología se utiliza como herramienta de primer orden en la investigación biomédica y en la salud pública, así como en la evaluación de los servicios sanitarios.

El conocimiento de estos aspectos forma parte de nuestra propuesta didáctica. Saber que los contenidos que se van a trabajar tienen una aplicación directa en la vida real, animará a los estudiantes a su estudio.

La propuesta está dirigida a estudiantes de 3^o de la ESO. Los contenidos con los que trataremos pertenecen al campo de la probabilidad y la estadística descriptiva e inferencial, así como del análisis de datos espaciales. Se introducen términos básicos y procedimientos relativos al trabajo en epidemiología.

Se propone el desarrollo de una metodología que promueva el aprendizaje a través de la experimentación y del descubrimiento. El uso de determinado software con características gráficas y dinámicas favorecerá la comprensión, la asimilación y

permitirá ahondar en los contenidos propuestos. Proponemos el software libre R y Geogebra.

Diversas actividades han sido preparadas con el fin de trabajar los siguientes aspectos:

OBSERVACIÓN DE SUCESOS EN UNA POBLACIÓN

Presencia de la enfermedad. Exposición de elementos de la población a determinados factores potencialmente de riesgo

Actuación: Recogida de datos. Ordenación, clasificación y agrupación de los mismos

CUANTIFICACIÓN DE LOS HECHOS

Medir la frecuencia de un acontecimiento

Actuación: Se recurrirá a tres conceptos: Probabilidad, Riesgo a la salud y Tasa

MEDIDAS DE OBSERVACIÓN

Permiten determinar la existencia de relación entre la exposición a un factor, que se considera de riesgo y la ocurrencia de enfermedad en una población.

Actuación: Uso de técnicas propias de la inferencia estadística.

FUERZA DE LA RELACIÓN ENTRE DOS VARIABLES

Permiten determinar la fuerza de la relación entre la exposición a un factor, que se considera de riesgo y la ocurrencia de enfermedad en una población.

Actuación: Uso de medidas para cuantificar esa fuerza como son los riesgos absolutos y relativos y la odds ratio.

DETECCIÓN DE CONDICIONES ESPECÍFICAS EN UNIDADES EXPERIMENTALES

Test de diagnóstico

Actuación: Teorema de la probabilidad total y regla de Bayes

RELACIÓN ENTRE FRECUENCIA DE LA ENFERMEDAD Y EXPOSICIÓN A DETERMINADOS FACTORES

Marcadores de riesgo

Actuación: Modelos de distribución. Cadenas de Markov

ZONAS GEOGRÁFICAS Y ENFERMEDAD

Se estudia la posible relación entre zonas geográficas y enfermedad.

Actuación: Trabajo con datos espaciales: Procesos puntuales.

Su finalidad es: Analizar la distribución de los datos; Estudiar la densidad (Número de individuos por unidad de área); Comparar

Presentamos a continuación una muy breve representación de las actividades preparadas para trabajar los aspectos anteriores. Los ejercicios que se presentan a continuación han sido extraídos de Haro Delicado y Gómez Rubio (2014).

Actividad 1: La siguiente tabla representa las edades de 120 personas que sufrieron una gastroenteritis después de asistir a la celebración de la cena de Nochevieja en un restaurante de la ciudad de Albacete. Agrupa los datos en intervalos y obtén la tabla de frecuencias. Representa gráficamente los datos de diferentes formas y extrae

conclusiones sobre la distribución de casos en función de la edad. ¿Qué crees que ocurriría si agrupáramos en un número mayor de intervalos? ¿Cuál es la media de edad? ¿Es representativa? ¿Qué opinas sobre la simetría de la distribución?

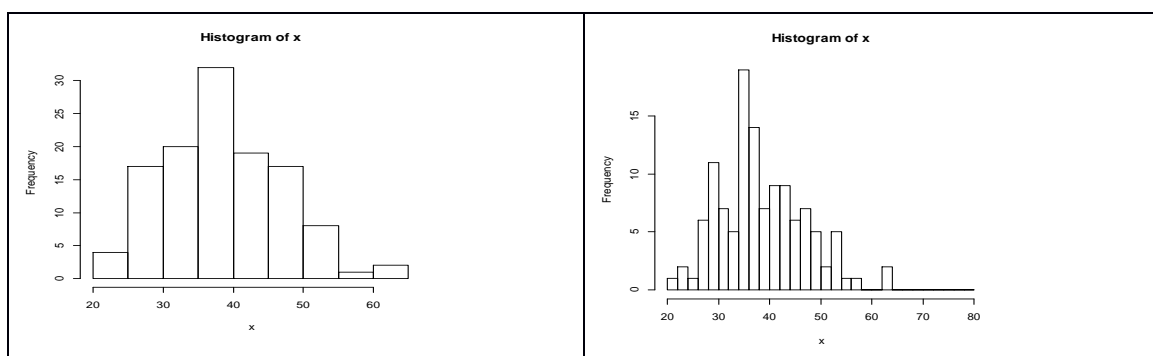
27	32	58	44	24	32	29	50
28	36	38	48	38	47	29	39
40	37	35	36	36	36	42	45
32	36	48	42	46	35	32	54
30	29	36	44	30	36	27	37
35	33	38	63	37	53	35	46
36	27	34	32	46	38	43	20
25	41	27	53	40	31	47	43
29	40	50	34	47	36	38	24
30	51	43	46	38	49	47	30
29	33	54	40	28	63	36	41
46	51	49	37	41	37	39	38
30	35	36	34	43	43	37	55
29	44	38	42	43	35	42	50
35	47	32	54	41	41	35	40

Objetivos:

- Repasar y aplicar conceptos previos de estadística descriptiva.
- Introducir el software libre R, de fácil uso, pero gran potencia y facilidad a la hora de modificar los parámetros de un problema y explorar diversas situaciones.
- Profundizar en la importancia de realizar un buen trabajo de organización y representación de la información.
- Manipular fórmulas de mayor nivel conceptual en las que se relacionan medidas de centralización, posición y dispersión con el fin de obtener diferentes representaciones de una misma realidad.

Observaciones: Se entregará a los alumnos la actividad y una guía de uso del paquete estadístico R. Se aprenderá a manejar los elementos básicos del programa a la vez que se realiza la actividad. El uso de este software permitirá desarrollar la actividad más eficientemente. La visualización de los resultados será una herramienta de gran ayuda para analizarlos, comprender la información presente en los datos y llegar a conclusiones e interpretaciones correctas. Se repasarán los contenidos aprendidos en cursos anteriores según vayan surgiendo.

Se trabajará la agrupación de la información en un número cada vez mayor de intervalos de manera algebraica y gráfica, analizando el sentido de las fórmulas que se manejan y los pros y los contras de las diferentes formas de agrupamiento.



Actividad 2: En los años 1853 y 1854 Londres se enfrentó a su tercera epidemia de cólera. Los habitantes de ciertos distritos del sur de la ciudad extraían el agua directamente de pequeños afluentes del Támesis o bien la obtenían de numerosas bombas de agua de uso público, abastecidas por dos compañías, Southwark and Vauxhall Water Company y Lambeth Water Company

En la tabla que aparece a continuación se muestran las muertes por cólera por cada lugar de abastecimiento de agua:

Compañía de agua	Hogares	Muertes por cólera
<i>Southwark and Vauxhall Water Company</i>	<i>40046</i>	<i>1263</i>
<i>Lambeth Water Company</i>	<i>26107</i>	<i>98</i>
<i>Resto de Londres</i>	<i>256423</i>	<i>1422</i>

¿Cuál es el número de muertes por cada 1000 hogares?

¿Cuál es el número de defunciones esperadas en cada caso?

¿Cuál es la tasa de mortalidad ajustada?

¿Crees que existe mayor riesgo de morir en una población que en otra?

Objetivos:

Introducir conceptos propios de la epidemiología como el de tasa de mortalidad ajustada y riesgo. A los objetivos anteriores añadimos el de utilizar datos reales de un acontecimiento histórico que tuvo gran relevancia, puesto que marcó el inicio de las técnicas epidemiológicas.

Actividad 3: A continuación mostramos un mapa de la ciudad de Albacete donde aparecen reflejados (puntos) casos de asma en la población, distribuidos geográficamente. También hemos incluido en el mapa la localización en la que se suponen instaladas varias fábricas de harinas (como así ocurría a principios del siglo XX). Además, la ciudad se ha dividido en hexágonos, de manera que en cada uno de ellos aparece el número de casos de asma y la población residente (ambos datos han sido simulados).

La población total se ha fijado en 150.000 habitantes y hay 200 casos en total.

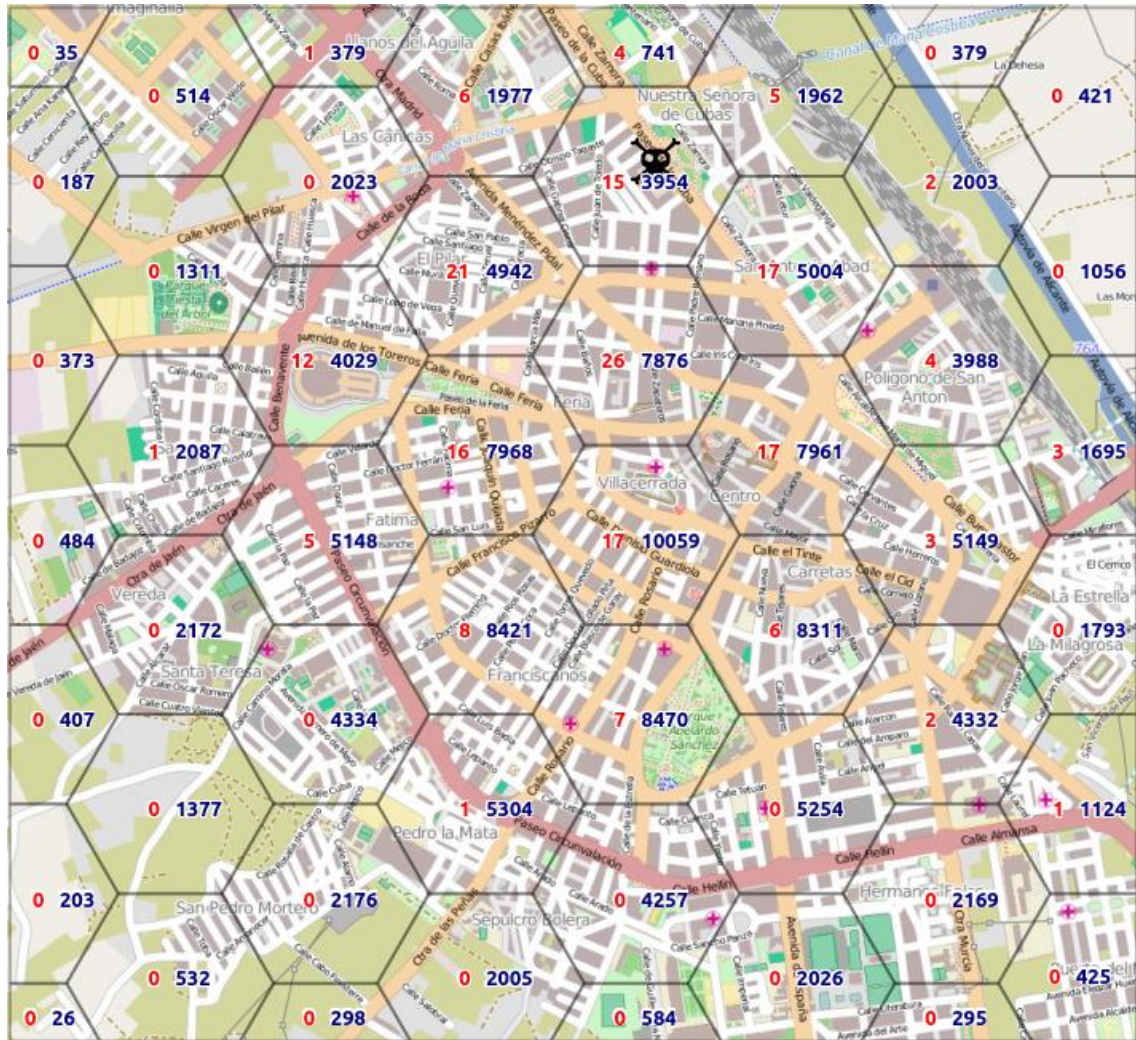
¿Crees que la localización de los casos es completamente al azar? Si no, ¿de qué factores crees que depende? ¿Se parece la tasa en un hexágono a las tasas de sus vecinos (es decir, los hexágonos con los que comparte frontera)?

Analiza el mapa y calcula el riesgo por 1.000 habitantes de contraer la enfermedad en cada hexágono. ¿Cómo estudiarías si hay un riesgo mayor de acuerdo a la distancia a la Fábrica de Harinas? Calcula la distancia en hexágonos hasta el foco de riesgo y representa en una gráfica el riesgo en cada hexágono y su distancia al foco, ¿a qué conclusiones llegas? ¿Cómo calcularías el riesgo en función de la distancia a la Fábrica de Harinas?

¿Crees que la distribución de los casos es completamente aleatoria? ¿Depende de algo?

- Si el riesgo fuese el mismo en todos los hexágonos, ¿cómo calcularías el número de casos esperado en cada uno de ellos? ¿Se parecen estos casos esperados a los casos observados reales?

- Calcula la tasa de riesgo (por 1000 habitantes) en cada hexágono. ¿Crees que se distribuye completamente al azar? ¿Por qué?
- Compara las tasas de riesgo en cada hexágono con la tasa de riesgo global. ¿Qué observas?
- ¿Cómo es la tasa de riesgo de un hexágono comparada con la de sus vecinos? ¿Se parecen?



- ¿Crees que el riesgo tiene alguna relación con la distancia a la fábrica de harinas? ¿Se te ocurre algún método para estudiar cómo varía el riesgo con la distancia (medida en hexágonos) al foco de riesgo?

Objetivos:

- Introducir a los estudiantes en técnicas de análisis espacial de datos.
- Enlazar estadística con geometría.
- Potenciar la reflexión y el análisis crítico.
- Aplicar las técnicas de datos espaciales a casos prácticos reales.
- Utilizar el desarrollo histórico de la epidemiología como fuente de motivación.

Observaciones:

Los estudiantes reflexionando sobre lo que observan tendrán que determinar cómo se distribuyen los datos (al azar, uniformemente o en grupos), posteriormente utilizarán diferentes técnicas (cálculo de riesgos en regiones o cálculo de densidades) para

establecer la existencia de relación o no entre determinados focos de riesgo y el desarrollo de la enfermedad.

Tanto en un caso como en otro necesitarán echar mano de la geometría, ya sea para el cálculo de distancias como para el cálculo de áreas de regiones planas.

Bibliografía

-El método epidemiológico.

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/armijor/cap1/4cap1.html

- Bivand, R.S., E. Pebesma y V. Gómez-Rubio. *Applied Spatial Data Analysis with R*. New York, Springer, 2008.
- Haro Delicado, M.J. y V. Gómez Rubio. Una aproximación sencilla al uso de las Matemáticas en Epidemiología. *Revista Suma* 74, 2014.