

Estudio probabilístico de confinamientos potenciales de grupos burbuja en educación infantil y primaria en la Comunitat Valenciana

Probabilistic study of potential bubble group confinements in early childhood education and primary education in the Valencian Community

Antonio Fernández-Baillo
IES AL-CADÍ, CÁDIAR (GRANADA)
afbaillo@gmail.com

Cristina Jordán
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
cjordan@mat.upv.es

Samuel Morillas
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
smorillas@mat.upv.es

Abstract

En este trabajo presentamos un caso de aplicación de conceptos de probabilidad de nivel de bachillerato para resolver un problema real de relevancia. En concreto, intentamos arrojar algo de luz sobre las incertezas e incertidumbres a las que, al inicio del curso escolar 2020-2021, se enfrentan los centros de educación infantil y primaria y las familias con hijos en estas etapas educativas, en relación a los posibles confinamientos temporales de grupos burbuja que se puedan dar como consecuencia de positivos de COVID19 en los mismos. Estas incertidumbres llevan a los centros y a las familias a vivir con temor y ansiedad la probabilidad de sufrir estos confinamientos. En este trabajo, presentamos un sencillo modelo probabilístico que utiliza únicamente conceptos de probabilidad de nivel de bachillerato. Éste, está basado en los datos de confinamientos de grupos burbuja ocurridos durante las cuatro primeras semanas del curso escolar en centros de educación infantil y primaria de la Comunitat Valenciana, y nos permite hacer una predicción de la probabilidad que tienen los centros y las familias de sufrir una serie de confinamientos en lo que queda de curso académico. Según nuestro modelo, la probabilidad de que los centros deban aplicar el protocolo de confinamiento de uno o más grupos burbuja en lo que resta del curso es bastante alta, mientras que para las familias no es demasiado preocupante, especialmente si no son numerosas.

In this work we present an application case of high school level probability concepts to solve an interesting real problem. In particular, we try to shed some light on uncertainties faced, at the beginning of the school year 2020-2021, by infant and primary schools and families with children in these educational stages in relation to possible temporary confinements of bubble groups that may occur as a result of positive COVID19 cases in them. These uncertainties lead centres and families to live in fear and anxiety the likelihood of suffering these confinements. In this paper, we present a simple probabilistic model using only high school level concepts and based on data about bubble group confinements during the first four weeks of the school year in nursery and primary schools in the Valencian Community (Spain), which allows us to make a prediction of the likelihood of centres and families to be confined for the remainder of the academic year. According to our model, the probability that centres will have to apply one or more bubble groups in the remainder of the course is quite high, while for families it is not too worrying, especially if they are not numerous. Also, we estimate the productivity impact related to working parents needs to look after their confined children which, as we show, is very low.

Palabras clave: COVID19, Colegios, Confinamientos, grupos burbuja, modelo probabilístico, bachillerato
Keywords: Bubble groups, COVID19, Confinements, School, Probabilistic model, High school

1. Introducción

El inicio del curso escolar 2020-2021 ha estado sin duda marcado en todo el mundo por la influencia de la pandemia del COVID19, y las diferentes estrategias que los países están aplicando en los distintos niveles educativos a fin de controlarla, dentro de los límites marcados como objetivo en cada caso.

En España, y en concreto en la Comunitat Valenciana, se ha escogido un modelo, donde se prioriza la atención presencial basado en *grupos burbuja* (Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública, 2020): los alumnos de un determinado centro se dividen en grupos disjuntos entre los cuales no debe haber interacciones en el entorno académico. De esta forma, si se detecta un caso positivo de COVID19, se aísla mediante confinamiento temporal al completo el *grupo burbuja* al que pertenece el positivo, mientras que el resto de la comunidad educativa del mismo centro puede seguir su actividad de forma segura con normalidad. Solamente en casos donde aparezcan numerosos positivos en grupos burbuja distintos se podría considerar recomendar el confinamiento del centro en su totalidad.

Las primeras semanas del curso se vivieron con una gran incertidumbre tanto por parte de los responsables de los centros de enseñanza, los docentes, como, por supuesto, por los niños y sus familias, que temían constantemente la aparición de casos positivos, ya no solo en la propia familia, sino también en alguno de los grupos burbuja a los que pertenecen sus hijos, puesto que un caso positivo desataría el confinamiento de todo el grupo y desestabilizaría significativamente la rutina familiar del día a día. En particular, son las familias de niños en las etapas infantil y primaria las que se ven más afectadas en este sentido, por la dependencia que evidentemente tienen los niños de estas edades. A medida que se va conociendo la aparición de casos positivos en centros escolares y el consiguiente confinamiento de grupos burbuja, los centros y las familias se preguntan cómo de probable es verse afectados, así como que la situación se repita más de una vez a lo largo del presente curso escolar. Además, desde un punto de vista económico, nos podemos preguntar cómo afectarán estos confinamientos a la productividad laboral.

Pasadas las primeras cuatro semanas del curso, y basándonos en la información proporcionada por las distintas instituciones, a las que damos las gracias, intentamos, en este trabajo, responder a las anteriores preguntas utilizando un enfoque probabilístico que emplea únicamente conceptos de nivel de bachillerato, y que sirve de caso de aplicación de los mismos a un problema real de relevancia. En la siguiente sección detallamos la información de partida que sirve de base al estudio. Posteriormente, describimos el modelo probabilístico utilizado y exponemos los resultados obtenidos. Finalmente, presentamos una serie de conclusiones y trabajo futuro.

2. Datos de partida

Según fuentes oficiales de la Generalitat Valenciana (Nota de prensa del 05/10/2020), tras cuatro semanas de curso escolar en educación infantil y primaria, se ha decretado el confinamiento de un total de 373 de los llamados *grupos burbuja*. Estos confinamientos han tenido lugar en un total de 262 centros de enseñanza infantil y primaria de los 1845 centros de la Comunitat Valenciana. Por lo tanto, en un 14.2% de los centros se ha confinado ya algún grupo, lo que podemos expresar como que el 14.2% de los centros ha tenido ya alguna incidencia.

En estas 4 semanas ningún grupo ha sido confinado más de una vez, por ello consideramos que la probabilidad de que se dé un doble confinamiento del mismo grupo en un período de 4 semanas es muy baja y la desestimaremos en nuestro estudio. En adelante, diremos que un

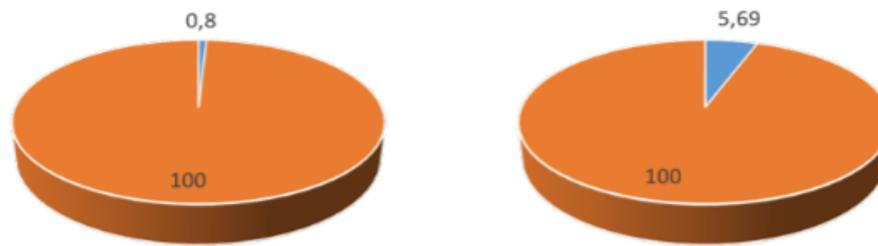


Figura 1 – Los grupos confinados respecto del total representan un 0.8 % (izda.) pero respecto de los grupos de los centros afectados son un 5.6 %, 7 veces más (dcha.).

centro sufre una incidencia en un periodo de tiempo cuando se decreta el confinamiento de 1 o más grupos burbuja en dicho tiempo.

En términos de grupos confinados, solamente 373 grupos, de los casi 47000 que suman en total los 1845 centros, han sido confinados: aproximadamente un 0.8 % de los mismos. En relación a los centros que han realizado algún confinamiento, el número medio de grupos confinados es de 1.4 grupos por centro. Esto supone, aproximadamente, una media del 5.6 % de los grupos del centro que ha tenido alguna incidencia, suponiendo que este tiene el número medio de 25 grupos por centro. En consecuencia, podemos pensar que estos confinamientos no surgen de forma independiente, sino correlacionada o condicionada a la aparición previa de otro en el mismo centro como, por otra parte, parece lógico. Es de remarcar que, mientras el número medio de grupos confinados del total es, como hemos comentado, aproximadamente 0.8 %, la media de grupos confinados por centro afectado es 5.6 %, aproximadamente 7 veces mayor (ver Figura 1). Estas grandes diferencias han constituido un punto de partida determinante en la creación del modelo que presentamos con detalle en la siguiente sección: analizar primero la probabilidad de que un centro sufra alguna incidencia en lo queda de curso para luego estudiar la probabilidad de que este confinamiento afecte a una familia, en función del número de grupos a los que asistan sus hijos, y finalmente combinar ambos resultados.

3. Modelo de predicción

El objetivo de este estudio es intentar predecir la probabilidad de que un centro y una familia se vean afectados por un determinado número de confinamientos de grupos burbuja. Para esto, diseñamos un modelo en tres niveles. A su vez, en cada uno de ellos usamos distintos conceptos probabilísticos de nivel de bachillerato:

1. En primer lugar, basándonos en el porcentaje de centros que han tenido alguna incidencia durante las cuatro primeras semanas de curso, determinamos la probabilidad de que un determinado centro sufra incidencias durante el resto del curso. Para esto, utilizaremos la conocida distribución binomial.
2. En segundo lugar, calculamos la probabilidad de que, en un centro en el que se ha dado una incidencia, una familia se vea afectada por este, en función del número de grupos burbuja a los que pertenecen sus hijos, y teniendo en cuenta que la media de grupos confinados en un centro donde se da una incidencia es de 1.4. En este punto emplearemos conceptos básicos de probabilidad y combinatoria.
3. En tercer lugar, para determinar la probabilidad de que una familia se vea afectada por una serie de confinamientos a lo largo del curso, atendiendo a la cantidad de los mismos

y al número de hijos en distintos grupos burbuja en la familia, combinamos la información obtenida en los dos primeros puntos: las probabilidades de un centro de tener un determinado número de incidencias a lo largo del curso, con las de que una familia se vea afectada por una incidencia que se da en su centro. Ahora, utilizaremos el teorema de la probabilidad total y de nuevo la distribución binomial.

3.1. Probabilidad de un centro de sufrir k incidencias en lo que queda del curso

Para determinar la probabilidad de que, a lo largo del curso, un centro tenga k incidencias, es decir, que deba realizar k confinamientos de uno o más grupos, nos basamos en el dato de que en las primeras cuatro semanas de curso un 14.2% de los centros han confinado uno o más grupos burbuja. En consecuencia, establecemos la probabilidad $p_c = 0.142$ de que un centro tenga alguna incidencia en un período de 4 semanas, asumiendo que se mantendrá constante para el resto del curso por dos razones principales: (i) por un lado, no es lógico pensar que el número de contagios vaya a variar significativamente dada la lenta evolución hacia la inmunidad de grupo; (ii) por otro lado, entendemos que las medidas de restricción de movilidad y distanciamiento social que se irán imponiendo y relajando a lo largo del curso pretenden buscar una estabilidad y en ese sentido podemos considerar por ahora que esto tampoco afecte a la probabilidad p_c . Además, para predecir resultados para el resto del curso, tenemos en cuenta que quedan aproximadamente 32 semanas lectivas, es decir, 8 bloques de 4 semanas.

En este sentido, consideramos que la probabilidad de que se produzcan incidencias en un centro en un periodo de cuatro semanas es independiente de las que puedan ocurrir en otro periodo de cuatro semanas, o en otro centro en el mismo u otro periodo. Esta asunción es, en nuestra opinión, razonable, pues un período de 4 semanas es suficientemente largo para cortar la cadena de transferencia de la enfermedad dentro del centro y asumir que cualquier otro confinamiento es ya independiente.

De esta forma, que un centro sufra k confinamientos en 8 bloques de cuatro semanas de curso se traduce en la probabilidad de tener k éxitos en 8 ensayos de un determinado fenómeno aleatorio. Esto es precisamente, por definición, la distribución binomial que usamos a continuación:

La probabilidad, $P_c(X = k)$, de realizar k confinamientos en 8 bloques de 4 semanas, teniendo en cuenta que la probabilidad en un bloque es p_c , la podemos calcular utilizando una distribución de probabilidad binomial, (DeGroot, M.H., Schervish, M.J. 2012), como

$$P_c(X = k) = \binom{8}{k} p_c^k (1 - p_c)^{8-k}.$$

En la Tabla 1 mostramos esta probabilidad para distintos valores de k , valores que vemos representados gráficamente en la Figura 2, así como la probabilidad de un centro de tener k o más incidencias.

En relación a la evolución de las incidencias a través del tiempo, mostramos en la Figura 3 una comparativa de la evolución de las probabilidades de que se den k o más incidencias a medida que avanzamos en el curso escolar, junto a la probabilidad de que se den 0. Podemos ver cómo, evidentemente, la probabilidad de tener 0 incidencias es monótonamente decreciente mientras que la probabilidad de tener k o más es creciente de forma no lineal.

Finalmente, utilizando las probabilidades de la tabla 1 junto con el número promedio de grupos confinados por incidencia y el del alumnos por grupo, podemos estimar que al final de curso estos confinamientos habrán afectado a un total de 29343 alumnos, que suponen un 6% del total, aproximadamente.

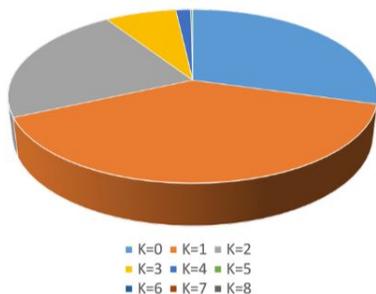


Figura 2 – Probabilidad, $P_c(X = k)$, de un centro de sufrir k incidencias de confinamiento en lo que queda de curso

k	$P_c(X = k)$	$P_c(k \leq X \leq 8)$
0	0,294	1
1	0,389	0,706
2	0,225	0,317
3	0,075	0,092
4	0,015	0,018
5	0,002	0,002
6	$\leq 10^{-3}$	0,000
7	$\leq 10^{-3}$	0,000
8	$\leq 10^{-3}$	0,000

Tabla 1 – Probabilidad, $P_c(X = k)$, de un centro de sufrir k incidencias de confinamiento en lo que queda de curso, y probabilidad $P_c(k \leq X \leq 8)$, i.e., probabilidad de un centro de tener k o más incidencias (columna derecha).

3.2. Probabilidad de que una familia con hijos en n grupos distintos se vea afectada por un confinamiento que se produce en un centro

Estudiamos en esta sección la probabilidad de que una familia con hijos en n grupos distintos de un centro que sufre una incidencia se vea afectada por un confinamiento de grupo burbuja. Consideramos que el número de grupos del centro es el valor promedio 25.

Según los datos de las cuatro primeras semanas, sabemos que cuando en un centro se da una incidencia se confinan un promedio de 1.4 grupos. Para reflejar este número promedio primero, utilizando combinatoria sencilla, vamos a determinar la probabilidad de que, suponiendo que se ha confinado a un número entero de grupos a lo largo del periodo de tiempo estudiado, alguno de los n grupos a los que pertenecen los hijos de la familia sea de éstos y luego combinaremos los resultados obtenidos para reflejar el promedio de 1.4 grupos. En concreto, vamos a calcular las probabilidades asociadas al confinamiento de 1 y 2 grupos, y las combinaremos utilizando pesos del 60 % y 40 %, respectivamente, para reflejar el promedio de 1.4 grupos confinados por incidencia. Idealmente, necesitaríamos información de los porcentajes de casos en los que se han confinado 1, 2, 3, ... grupos en el mismo centro, pero dado que estos datos no están disponibles, y que los casos más probables, a priori, son el confinamiento de 1 o 2 grupos, esta asunción nos parece razonable.

De esta forma, suponiendo que el centro en el que se ha dado alguna incidencia tiene el número medio de grupos, i.e., 25, y se ha confinado 1 grupo, la probabilidad de que una familia con hijos en n grupos distintos se vea afectada, es de

$$p_{n_1} = \frac{n}{25}.$$

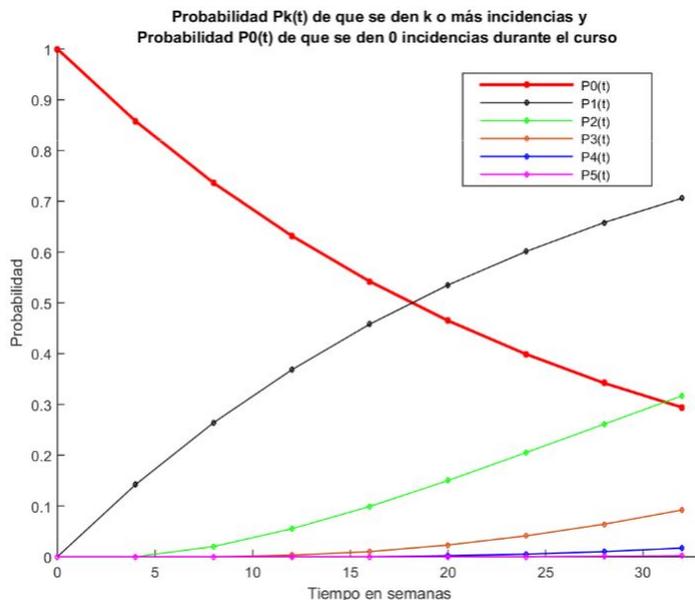


Figura 3 – Probabilidad de que se den k o más incidencias y probabilidad de que se den 0 incidencias a medida que pasan las semanas del curso escolar.

En el caso de que sean 2 los grupos confinados en el centro tenemos que considerar dos casos:

- (1) uno de los dos grupos confinados es de los n grupos de los hijos de la familia y el otro no. La probabilidad de que esto ocurra es

$$p_{n_2}^1 = \frac{\binom{n}{1} \binom{25-n}{1}}{\binom{25}{2}} = \frac{n! \frac{(25-n)!}{1!(25-n-1)!}}{\frac{25!}{2!23!}} = \frac{25n - n^2}{300}.$$

- (2) los dos grupos confinados están entre los n grupos de los hijos de la familia, cuya probabilidad es

$$p_{n_2}^2 = \frac{\binom{n}{2}}{\binom{25}{2}} = \frac{\frac{n!}{2!(n-2)!}}{\frac{25!}{2!23!}} = \frac{n^2 - n}{600}.$$

lo que nos lleva a que, por ser sucesos disjuntos,

$$p_{n_2} = p_{n_2}^1 + p_{n_2}^2 = \frac{n(49 - n)}{600}.$$

Finalmente, la probabilidad promedio asociada a los 1.4 grupos que son confinados en promedio sería

$$p_n = 0.6 * p_{n_1} + 0.4 * p_{n_2}.$$

Estas probabilidades se muestran para valores de $n \in \{1, 2, \dots, 5\}$ en la Tabla 2.

3.3. Probabilidad de que una familia con hijos en n grupos distintos se vea afectada por s confinamientos en lo que queda del curso 20-21

Por último, a partir de los resultados anteriores podemos calcular la probabilidad de que una familia con hijos en n grupos distintos sufra un total de s confinamientos en lo que resta del curso escolar.

n	p_n
1	0,056
2	0,111
3	0,164
4	0,216
5	0,267

Tabla 2 – Probabilidad promedio de sufrir un confinamiento, en un centro de 25 grupos donde se confinan 1.4 grupos, de una familia con hijos en n grupos distintos.

n	s				
	1	2	3	4	5
1	0,060	0,002	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$
2	0,112	0,006	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$
3	0,158	0,013	0,001	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$
4	0,197	0,022	0,001	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$
5	0,231	0,032	0,002	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-3}$

Tabla 3 – Probabilidad promedio de que una familia se vea afectada por s confinamientos independientes de alguno de los n grupos distintos de sus hijos.

Para esto, dado que no sabemos cuántos confinamientos a priori ocurrirán en el centro en cuestión donde estudian los hijos de esta familia, vamos a considerar, para los 8 periodos de 4 semanas, todas las opciones de k incidencias para $k \in \{1, 2, \dots, 5\}$, aunque despreciaremos valores mayores de k por ser sus probabilidades muy bajas. Posteriormente, combinaremos todas estas opciones utilizando las probabilidades dadas en la Tabla 1. Es decir, estamos utilizando ahora el Teorema de la probabilidad total.

De esta forma, podemos calcular, a partir de los valores de la Tabla 2, y utilizando de nuevo una distribución binomial, (DeGroot, M.H.,Schervish, M.J. 2012). la probabilidad, $P_n^k(X = s)$, de que una familia con hijos en n clases distintas se vea afectada por s confinamientos a lo largo del curso, cuando el centro donde estudian sus hijos ha sufrido k incidencias, considerando la probabilidad p_n obtenida en la subsección anterior, como

$$P_n^k(X = s) = \binom{k}{s} p_n^s (1 - p_n)^{k-s}, s \leq k.$$

Finalmente, para calcular la probabilidad, p_s , de que una familia se vea involucrada en s confinamientos de alguno de sus hijos, independientemente de los que se haya visto obligado a decretar su centro, podemos sumar ponderadamente los valores $P_n^k(X = s)$, para $k \in \{1, 2, \dots, 5\}$, utilizando como pesos los valores $p_c(X = k)$ de la Tabla 1, respectivamente. Esto es

$$p_s = \sum_{i=s}^5 P_n^i(X = s) P_c(X = i).$$

Mostramos los valores p_s , con $s \in \{1, 2, \dots, 5\}$, en la Tabla 3.

4. Resultados obtenidos

Cabe analizar los resultados obtenidos desde dos puntos de vista para los que los resultados auguran un pronóstico bien distinto: a nivel de centro educativo y a nivel de familia.

A nivel de centro, podemos ver en la Tabla 1 que la previsión indicaría que al final del curso académico más del 70% de los centros habrán decretado algún confinamiento de uno o más

n	N_h	%
0	1.654.479	82,78
1	232.872	11,65
2	102.432	5,13
3	8.298	0,42
4	519	0,03
5	0	0,00
Total	1.998.600	100

Tabla 4 – Número de hogares, N_h , con n hijos escolarizados en distintos grupos burbuja de infantil y primaria. Datos extraídos del INE (INE, 2019)

grupos, en algún momento del año. Si bien es cierto que la mayoría (casi el 39 %) solo activarán el protocolo una vez en todo el año, y solo un 22 % de los centros lo activaría dos veces, un 7 % tres y cuatro un 1.5 %.

Por otro lado, en lo referente a las familias y de acuerdo con los resultados en la Tabla 3, las predicciones son más halagüeñas: solamente familias con hijos en cuatro o más grupos tienen una probabilidad relativamente alta (alrededor de 0.2 o más) de ver confinado alguno de los grupos de sus hijos, y ni siquiera éstas tienen probabilidad preocupante de sufrir más de uno (>0.05). Por otro lado, nuestra predicción es que las familias con hijos en dos o tres grupos que sufran un confinamiento rondarán el 10 % y el 15 %, respectivamente, mientras que solo alrededor del 6 % de familias con hijo(s) en un solo grupo sufrirá algún confinamiento.

Por último, en la siguiente sección analizamos nuestras predicciones de confinamientos desde el punto de vista de su impacto en la productividad laboral.

4.1. Estimación del impacto en la productividad debido a los confinamientos sufridos por las familias de la Comunitat Valenciana

Para realizar esta estimación a partir del modelo probabilístico desarrollado debemos conocer la configuración de los hogares de la Comunitat Valenciana en cuanto a número de hijos escolarizados en infantil y primaria se refiere. Estos datos pueden ser extraídos de la Encuesta Continua de Hogares del año 2019 publicada por el (INE, 2019) de donde se determina el número de hogares con n hijos en distintos grupos burbuja o, lo que es lo mismo, escolarizados simultáneamente en infantil y/o primaria y que se muestran en la Tabla 4.

A continuación, combinaremos el número de hogares obtenido en cada categoría de n en la Tabla 4 con la probabilidad promedio de que una familia se vea afectada por s confinamientos independientes, p_s , que fue calculada anteriormente y expuesta en la Tabla 3. De esta manera, obtenemos el total de confinamientos estimados en el conjunto de los hogares de la Comunitat en lo que resta de curso escolar según el número de hijos escolarizados y el número de confinamientos sufridos, $T_{n,s} = N_h p_s$, que se muestra en la Tabla 5.

Analizando estos datos, se estima con el modelo que del total de 1.998.600 hogares que conforman la Comunitat Valenciana (Encuesta Continua de Hogares, 2019), 26.930 sufrirán un confinamiento debido al cierre del grupo burbuja escolar al que pertenezcan sus hijos, lo que supone un 1,35 % del total de hogares y un 7,83 % de las familias que tiene algún hijo escolarizado, mientras que tan sólo 1.185 hogares sufrirán 2 o más confinamientos.

En número total de confinamientos de los hogares durante el resto del curso escolar, T , vendrá dado por la expresión

$$T = \sum_{s=1}^5 \sum_{n=1}^5 T_{n,s} p_s,$$

n	$T_{n,s}$				
	1	2	3	4	5
1	13.999	391	6	0	0
2	11.519	642	20	0	0
3	1.310	109	5	0	0
4	102	11	1	0	0
5	0	0	0	0	0
$\sum_n T_s$	26.930	1.153	32	0	0

Tabla 5 – Total de confinamientos estimados en el conjunto de los hogares de la Comunitat, $T_{n,s}$

que asciende a $T=29.332$ confinamientos.

Para traducir estas cifras a impacto en la productividad, calcularemos una aproximación al número de jornadas de trabajo perdidas por estos confinamientos, teniendo en cuenta las siguientes simplificaciones que en ningún caso reducen el impacto calculado.

En primer lugar, tendremos en cuenta que la duración de cada confinamiento es de 10 días naturales según los últimos protocolos de confinamiento aplicados por la Comunitat Valenciana. Dado que consideramos equiprobable el día de la semana lectiva que se decreta el confinamiento, se obtiene que los 10 días naturales se traducen en 8,6 días laborales de afectados por el confinamiento. Para este cálculo se ha tenido en cuenta que la legislación marca como días laborables de lunes a sábado.

En segundo lugar, suponemos que siempre es necesario que al menos uno de los dos padres deje de trabajar para cuidar a los niños confinados y que no es posible el teletrabajo, es decir, que la media de las jornadas perdidas por confinamiento son 8,6 como calculamos anteriormente.

Con todo lo anterior, el total de jornadas comprometidas asciende a 252.255. Para ver si esta cifra es relevante podemos acudir a la última Encuesta de Población Activa (INE, 2020a) del segundo trimestre de 2020 donde se publica que en la Comunitat Valenciana hay 1.945.700 personas ocupadas que trabajan una media de 148 horas mensuales (INE, 2020b) teniendo en cuenta contratos a tiempo completo y parciales. Por lo tanto, si suponemos jornadas laborales de 8 horas, podemos comprobar que las jornadas comprometidas suponen tan sólo un 0,70 % de las 35.995.450 jornadas mensuales que se realizan de media en la Comunitat. Si tenemos en cuenta que además las jornadas comprometidas son durante el periodo escolar restante, el impacto supone un ridículo 0,09 % de las jornadas totales durante este periodo.

Otra forma de comparar el impacto, podría ser comparar las jornadas perdidas por estos confinamientos con un día festivo especial en el que nadie trabajara. En este caso, llegamos a la conclusión de que las jornadas perdidas suponen un 12,96 % de las 1.945.700 jornadas que se perderían en un día laboral, por lo que no parece que el impacto sobre la economía vaya a ser mínimamente significativa.

Sin embargo, cuando analizamos el impacto desde el punto de vista de una familia en la que confinan a uno de los progenitores el resultado es bastante distinto. En el caso de que el progenitor que debe quedarse a cargo de los niños pierde sus ingresos, como sucede en el caso de muchos autónomos, empleadas del hogar y un largo etcétera, la pérdida oscila entre 505 y 1010 euros, atendiendo a la renta media de los hogares en la comunidad según el INE (INE,2020c), en función de si es la única fuente de ingresos o no.

Podemos concluir que aunque el impacto en la economía de la Comunitat va a ser despreciable, la maltrecha economía de las familias en el contexto de la pandemia puede verse afectada de manera significativa.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo hemos presentado un caso práctico de aplicación de conceptos de probabilidad de nivel de bachillerato a un problema real de relevancia a fin de motivar al alumado en el aprendizaje de esta materia.

Con respecto a los resultados obtenidos, cabe destacar que la gran mayoría de centros acabarán teniendo que aplicar protocolos de confinamiento en algún momento del curso 2020-2021, por lo cual, éstos deben estar bien definidos, establecidos y ser conocidos por los responsables correspondientes de los centros. Por otro lado, las familias no deberían estar excesivamente preocupadas por la posibilidad de un eventual confinamiento ya que, aunque ocurrirá en muchos casos, nuestra predicción global es que no es muy probable que ocurra, especialmente en familias no numerosas, y, desde luego, en caso de ocurrir, es muy poco probable que se repita. Además, hemos visto que el impacto de los confinamientos predichos en la productividad sería muy reducido.

Estos resultados avalan el modelo de *grupos burbuja* por ser un modelo relativamente fácil de gestionar y de un impacto relativamente bajo para familias y productividad.

En el futuro, seguiremos con atención la información proporcionada desde las fuentes oficiales a fin de validar, actualizar, hacer predicciones similares en otros casos como centros de ciudades concretas o de otras comunidades autónomas o regiones y, por supuesto, si fuera necesario, modificar, el modelo propuesto en este trabajo.

Acerca de los autores

Antonio Fernández-Baíllo Núñez es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad de Granada. Desde 2004, durante 15 años, ha participado en la redacción y construcción de grandes proyectos de infraestructuras en distintos ámbitos: autovías, infraestructuras portuarias y obras hidráulicas; donde ha desarrollado labores de jefatura de obra y gerencia liderando grandes equipos humanos en obras con gran complejidad técnica, donde la estadística y la probabilidad siempre han jugado un papel importante. Desde 2019 se dedica a tiempo completo a su otra gran pasión, las matemáticas, mientras se prepara para el acceso al cuerpo de profesores de enseñanza secundaria y se forma en la didáctica de las matemáticas.

Cristina Jordán Lluch es Licenciada en Ciencias Exactas por la Universidad de Valencia (1981) y Doctora en Matemática Aplicada por la Universidad Politécnica de Valencia (1997). Actualmente es Titular de Universidad del Departamento de Matemática Aplicada en la UPV. Imparte docencia en el Grado en Ciencia de Datos. Ha publicado artículos de investigación sobre completación de matrices, métodos iterativos para la resolución de ecuaciones y sistemas, y aplicaciones de la teoría de grafos a diferentes campos. Ha recibido premios internacionales a una asignatura OCW y dos MOOC relativos a la teoría de grafos.

Samuel Morillas Gómez es Ingeniero en Informática por la Universidad de Granada (2002) y Doctor en Matemática Aplicada por la Universidad Politécnica de Valencia (2007). Actualmente es Catedrático del Departamento de Matemática Aplicada en la UPV. Imparte docencia en el Grado en Ciencia de Datos y en el máster InvestMat. Ha publicado unos 50 artículos de investigación y unos 70 artículos en congresos en temáticas de lógica fuzzy y aplicaciones así como en procesamiento de imágenes y ciencia del color, principalmente. Su índice H es de 20.

Referencias

-  [Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. \(2020\).](#)
Gestió de casos COVID-19 als Centres educatius d'ensenyaments no universitaris de la Comunitat Valenciana durant el curs 2020-2021.
Generalitat Valenciana.
-  [Generalitat Valenciana \(2020\)](#)
Nota de premsa, (2020).
Gabinete de Comunicación.
https://www.gva.es/es/inicio/area_de_prensa/not_detalle_area_prensa?id=892997
-  [DeGroot, M.H.,Schervish, M.J. \(2012\).](#)
Probability and Statistics.
Pearson. USA.
-  [INE \(2019\).](#)
Encuesta Continua de Hogares. Año 2019.
<https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t20/p274/serie/def/p03/10/&file=03003.px&L=0>
-  [INE \(2020a\).](#)
Encuesta de población activa.
https://ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176918&menu=resultados&idp=1254735976595#!tabs-1254736195129
-  [INE \(2020b\).](#)
Tiempo de trabajo por trabajador y mes.
<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=6063#!tabs-tabla>
-  [INE \(2020c\)](#)
Renta por hogar por comunidades autónomas.
<https://ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=9949#!tabs-tabla>

Modelling in Science Education and Learning
<http://polipapers.upv.es/index.php/MSEL>