

COVID19 en Educación Infantil y Educación Primaria

Curso 2020/2021

Miguel Galo Fernández



Figura 1: Contagios en la escuela curso 2020/2021

Índice de contenidos

1. La fundamentación estadística	3
2. INFORME EPIDEMIOLOGICO SEMANAL COVID-19 MUNICIPIO DE MURCIA A 18 DE NOVIEMBRE 2020	3
2.1. Primer episodio: colegio de una línea	4
2.1.1. Caso de una repetición	6
2.1.2. Caso de dos repeticiones	7
2.1.3. Aproximación a una normal	7
2.2. Segundo episodio: colegio de dos líneas	8
3. Conclusión	10

1. La fundamentación estadística

Si consideramos la variable aleatoria $X \equiv$ número de infectados en una muestra de tamaño n , X se distribuye según una binomial de parámetro p (probabilidad de que un individuo se infecte), es decir $X \rightsquigarrow B(n, p)$. Los valores de n y p los iremos obteniendo según las estadísticas de cada semana, dependiendo de los escenarios que se plantean. La función de probabilidad de la binomial viene dada por la expresión $P(X = k) = \binom{n}{k} \cdot p^k \cdot (1 - p)^{n-k}$. Debemos hacer una observación: la variable X tiene que ser dicotómica, es decir que no podemos suponer que existen diversos grados de infección, un individuo está infectado o no. Como los cálculos de la binomial son tan tediosos, para llevarlos a cabo nos ayudamos de la [siguiente url](#). Como el volumen de datos que manejamos es relativamente grande (se entiende por grande un número de individuos superior a 30), para simplificar los cálculos podríamos aproximar la binomial a una normal de media $\mu = n \cdot p$ y una desviación típica $\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot q}$, es decir $X \rightsquigarrow B(n, p) \rightarrow X \rightsquigarrow N(\mu, \sigma)$. Esta aproximación supondría cometer un error más o menos grande. Para evitar el error he preferido realizar los cálculos directamente con la binomial.

2. INFORME EPIDEMIOLÓGICO SEMANAL COVID-19 MUNICIPIO DE MURCIA A 18 DE NOVIEMBRE 2020

La estadística del municipio de Murcia, referente a la enfermedad COVID19, de fecha 18 de noviembre de 2020, se recoge en la tabla:

Tabla 2. Casos confirmados COVID19 desde 10 de mayo por edad y sexo (N=14721).

Municipio de Murcia

Grupos de edad	Total			Hombres			Mujeres			Ambos sexos PCR/Ag+ Semanas 45 y 46			Ambos sexos PCR/Ag+ Semana 46		
	Casos acum.	%	IA*	Casos acum.	%	IA*	Casos acum.	%	IA*	Casos	%	IA*	Casos	%	IA*
< 2 AÑOS	263	1,8%	2915,4	143	2,1%	3102,6	120	1,5%	2719,9	40	1,6%	443,4	16	1,5%	177,4
2-4 AÑOS	340	2,3%	2348,6	173	2,5%	2323,4	167	2,1%	2375,2	61	2,4%	421,4	25	2,4%	172,7
5-14 AÑOS	1398	9,5%	2642,1	692	10,0%	2546,0	706	9,0%	2743,6	280	11,1%	529,2	121	11,7%	228,7
15-29 AÑOS	3272	22,2%	4193,6	1531	22,2%	3852,6	1741	22,3%	4547,5	468	18,6%	599,8	182	17,6%	233,3
30-39 AÑOS	2324	15,8%	3661,1	1076	15,6%	3380,6	1248	16,0%	3943,3	350	13,9%	551,4	157	15,2%	247,3
40-49 AÑOS	2626	17,8%	3446,4	1231	17,8%	3218,3	1395	17,8%	3676,4	408	16,2%	535,5	154	14,9%	202,1
50-59 AÑOS	2124	14,4%	3285,3	996	14,4%	3170,9	1128	14,4%	3393,5	379	15,1%	586,2	174	16,8%	269,1
60-69 AÑOS	1129	7,7%	2603,2	548	7,9%	2722,3	581	7,4%	2500,1	236	9,4%	544,2	90	8,7%	207,5
70-79 AÑOS	689	4,7%	2327,4	317	4,6%	2431,4	372	4,8%	2245,6	163	6,5%	550,6	53	5,1%	179,0
>= 80 AÑOS	556	3,8%	2582,9	190	2,8%	2401,7	366	4,7%	2688,2	132	5,2%	613,2	63	6,1%	292,7
Total	14721	100,0%	3247,8	6897	100,0%	922,5	7824	100,0%	3376,6	2517	100,0%	555,3	1035	100,0%	228,3

*Incidencia acumulada por 100.000 habitantes

Estos datos están en la página 6 del siguiente [informe](#) de la Dirección General de Salud Pública y Adiciones. La incidencia acumulada por cada 100.000 habitantes corresponde a

$IA^* = \frac{N^{\circ} \text{ total de infectados}}{\text{Población total del municipio}/100 \cdot 000}$. El censo arroja una población de 453.261 habitantes en la fecha del estudio de modo que $IA^* = \frac{14,721}{4'53261} = 3.247'79762 \simeq 3.247'8$, una cantidad

muy alta si consultamos datos en la OMS.

Parece ser que la estrategia que adoptaron los centros de enseñanza obligatoria de la región de Murcia fue la de crear grupos burbuja para reducir contagios. A partir de la tabla anterior generamos la siguiente tabla:

Grupos de edad	Casos acum.	%	IA*	Población	Probabilidad de infección
< 2 AÑOS	263	1,80%	2.915,40	9.021	0,03
2-4 AÑOS	340	2,30%	2.348,60	14.477	0,02
5-14 AÑOS	1.398	9,50%	2.642,10	52.912	0,03
15-29 AÑOS	3.272	22,20%	4.193,60	78.024	0,04
30-39 AÑOS	2.324	15,80%	3.661,10	63.478	0,04
40-49 AÑOS	2.626	17,80%	3.446,40	76.195	0,03
50-59 AÑOS	2.124	14,40%	3.285,30	64.652	0,03
60-69 AÑOS	1.129	7,70%	2.603,20	43.370	0,03
70-79 AÑOS	689	4,70%	2.327,40	29.604	0,02
>= 80 AÑOS	556	3,80%	2.582,90	21.526	0,03
Total	14.721	100,00%	3.247,80	453.261	

Como bien puede observarse en esta tabla, la probabilidad de infección no es la misma para cada tramo de edad. Vamos a crear dos modelos de burbuja, uno para Educación Infantil y otro para Educación Primaria. Para ello vamos a establecer una notación para las probabilidades condicionadas. Los sucesos que manejaremos son los siguientes:

- $I \equiv$ estar infectado por COVID
- $X_1 \equiv$ alumno de educación infantil (tramos de edad de 2 a 4 años)
- $X_2 \equiv$ alumno de educación primaria (tramos de edad de 5 a 14 años)
- $X_3 \equiv$ Trabajador del centro (tramos de edad de 15 a 29 años)
- $X_4 \equiv$ Trabajador del centro (tramos de edad de 30 a 39 años)
- $X_5 \equiv$ Trabajador del centro (tramos de edad de 40 a 49 años)
- $X_6 \equiv$ Trabajador del centro (tramos de edad de 50 a 59 años)
- $X_7 \equiv$ Trabajador del centro (tramos de edad de 60 a 69 años)

No hemos considerado los tramos de edad comprendidos entre 70 y 79 años, como tampoco el tramo de más de 80 años puesto que no hay personas en el colegio con esas edades.

2.1. Primer episodio: colegio de una línea

El criterio que tiene la Consejería de Educación para gestionar las aulas de manera presencial, es que la ratio alumnos/aula sea de 20 alumnos. Un CEIP (Centro de Educación Infantil y Primaria) de una línea tendrá un número de alumnos igual a $9 \times 20 = 180$ alumnos. Si sumamos a este número el de profesores/as y personal de administración y servicios, unos 30, el número

de personas que interactúan en este hipotético centro es de 210.

La tasa reproductiva (nº de contagios que produce un infectado) en la Región de Murcia es de las más altas de España (para más información clicar [aquí](#)). En mayo su valor era $R_0 = 1'6$, probablemente ahora será bastante más alto. Este valor hace sospechar que los grupos burbuja, que quiere mantener en los centros la Consejería de Educación, sean una quimera si pensamos que la transmisión del virus no se limita tan solo al interior de la escuela, es más peligroso el contagio exterior.

En el centro al que nos estamos refiriendo, la distribución de personas por tramos de edad se refleja en la siguiente tabla:

Tramos de edad	nº de personas
X_1 E. Infantil	60
X_2 E. Primaria	120
X_3	6
X_4	10
X_5	7
X_6	3
X_7	4
Total	210

A partir de la tabla anterior se establecen las siguientes probabilidades:

- $P(X_1) = \frac{60}{210} = \frac{2}{7} = 0'29$
- $P(X_2) = \frac{120}{210} = \frac{4}{7} = 0'57$
- $P(X_3) = \frac{6}{210} = \frac{1}{35} = 0'029$
- $P(X_4) = \frac{10}{210} = \frac{1}{21} = 0'048$
- $P(X_5) = \frac{7}{210} = \frac{1}{30} = 0,033$
- $P(X_6) = \frac{3}{210} = \frac{1}{70} = 0'014$
- $P(X_7) = \frac{4}{210} = \frac{2}{105} = 0'019$

Es evidente que el conjunto $A = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7\}$ es una partición del espacio muestral en sucesos elementales.

De la tabla de la página 4 se obtienen las siguientes probabilidades condicionadas:

- $P(I/X_1) = 0'02$
- $P(I/X_2) = 0'03$
- $P(I/X_3) = 0'04$

- $P(I/X_4) = 0'04$
- $P(I/X_5) = 0'03$
- $P(I/X_6) = 0'03$
- $P(I/X_7) = 0'03$

Según el Teorema de la Probabilidad Total, la probabilidad de que un individuo se contagie en el colegio es $P(I) = \sum_{i=1}^7 P(X_i) \cdot P(I/X_i) = 0'023$.

2.1.1. Caso de una repetición

En la expresión $P(X = k) = \binom{n}{k} \cdot p^k \cdot (1 - p)^{n-k}$ tomemos $k=1$. Obtenemos

Probability of success on a single trial	0.023
Number of trials	210
Number of successes (x)	1
Binomial probability: $P(X = x)$	0.03731736307
Cumulative probability: $P(X < x)$	0.0075484604
Cumulative probability: $P(X \leq x)$	0.04486582347
Cumulative probability: $P(X > x)$	0.95513417653
Cumulative probability: $P(X \geq x)$	0.9924515396

Figura 2: Una repetición

Se observa que la probabilidad de que haya al menos un contagiado es 0'99245, es casi seguro que en el colegio hay al menos un contagiado.

2.1.2. Caso de dos repeticiones

Si $k = 2$ los resultados de la binomial son estos:

Probability of success on a single trial	0.023
Number of trials	210
Number of successes (x)	2
Binomial probability: $P(X = x)$	0.09180376883
Cumulative probability: $P(X < x)$	0.04486582348
Cumulative probability: $P(X \leq x)$	0.13666959231
Cumulative probability: $P(X > x)$	0.86333040769
Cumulative probability: $P(X \geq x)$	0.95513417652

Figura 3: Dos repeticiones

2.1.3. Aproximación a una normal

Como ya hemos dicho anteriormente, podemos aproximar nuestra distribución binomial $B(210, 0,023)$ a una normal con media $\mu = n \cdot p = 210 \cdot 0,023 = 4,8$ y desviación típica $\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot (1 - p)} = \sqrt{210 \cdot 0,023 \cdot 0,977} = 2,172$. La campana de Gauss correspondiente a la normal $N(4,8, 2,172)$ es:

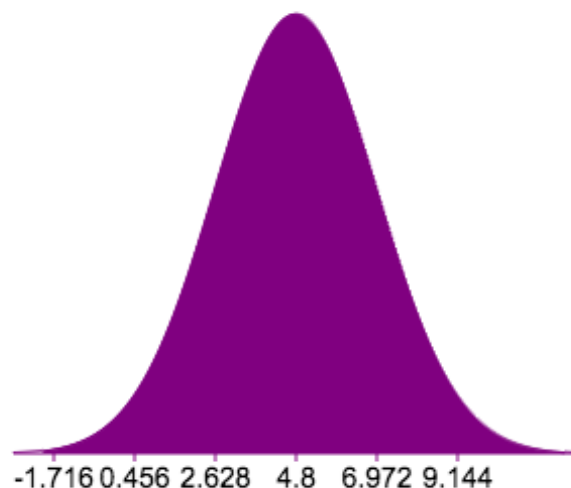
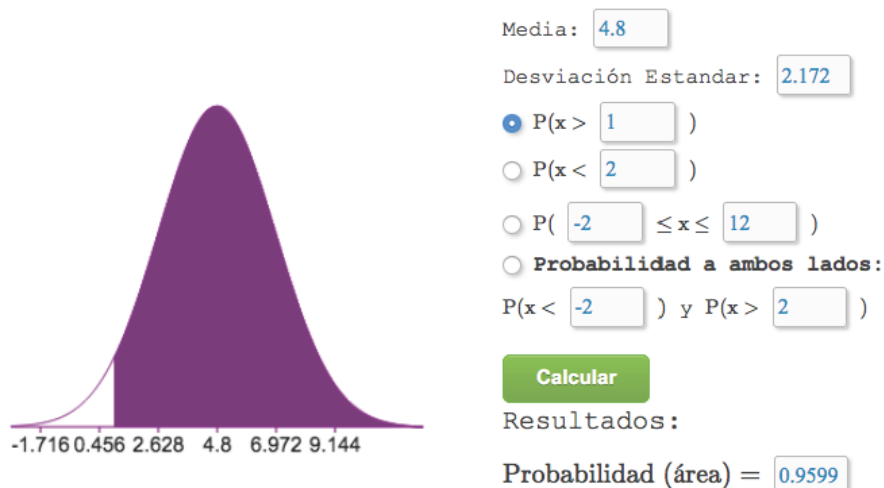
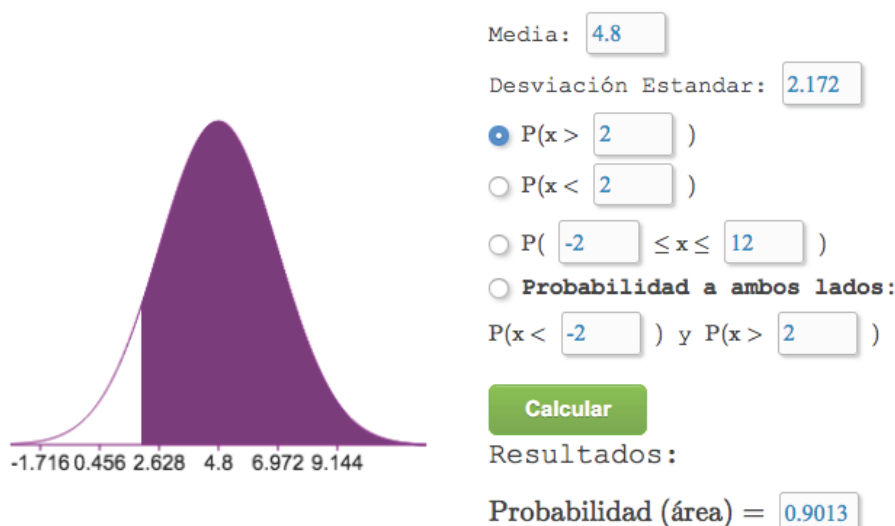


Figura 4: Aproximación a la normal

Si calculamos, por aproximación, las probabilidades $P(X > 1)$ y $P(X > 2)$ sus valores, como es de esperar, difieren muy poco a los que hemos calculado directamente con la binomial, son estos:



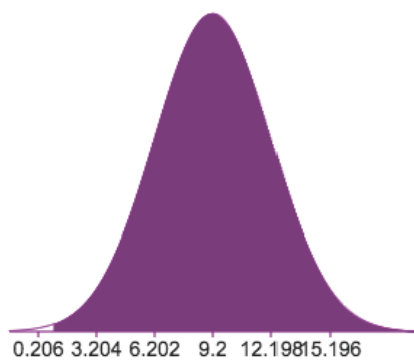
Con dos repeticiones la aproximación quedaría así:



Conforme va aumentando el número de repeticiones, el área de la parte coloreada, que corresponde a la probabilidad va disminuyendo. Cuando el número de repeticiones alcance a la media ($\mu = 4,8 \simeq 5$) la probabilidad será $\frac{1}{2}$. Es muy poco probable que el número de infectados sea del 5 % (esto supondría entre 10 y 11 casos), cuya probabilidad es $P(10 < X < 11) = 0,0062$. Estos cálculos se pueden realizar [aquí](#).

2.2. Segundo episodio: colegio de dos líneas

La distribución binomial que utilizamos en este caso es $X \rightsquigarrow B(400, 0'023)$, hemos añadido 40 personas entre profesores/as y personal de administración y servicio, y hemos duplicado, porque hay dos líneas, el número de alumnos del centro. Suponemos que la distribución por edad de las personas que interactúan en el colegio es la misma que la de una línea. Si aproximamos por una normal (al haber más datos, el doble, se comete menos error en la aproximación), la media de contagios que se esperan es $\mu = n \cdot p = 9,2$ y la desviación típica vale $\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot (1 - p)} = 2,998$. La probabilidad de que aparezca más de un contagiado en uno de estos centros es $P(X \geq 1) = 0'9969$, esta probabilidad es muy alta. Es casi seguro, de nuevo, que el número de infectados en este tipo de centros sea superior a 1. Véase el siguiente gráfico:



Media:

Desviación Estandar:

☒ $P(x > 1)$

☐ $P(x < 2)$

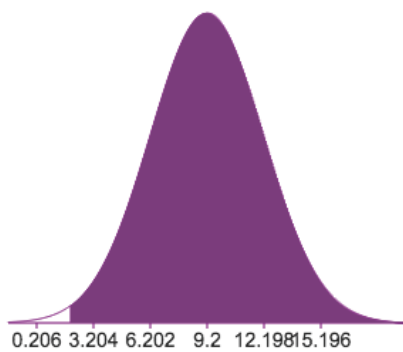
☐ $P(-2 \leq x \leq 2)$

☐ Probabilidad a ambos lados:
 $P(x < -2)$ y $P(x > 2)$

Resultados:

Probabilidad (área) =

La probabilidad de que aparezcan 2 infectados o más es $P(X \geq 2) = 0.9918$, también altísima según se observa en la tabla:



Media:

Desviación Estandar:

☒ $P(x > 2)$

☐ $P(x < 2)$

☐ $P(-2 \leq x \leq 2)$

☐ Probabilidad a ambos lados:
 $P(x < -2)$ y $P(x > 2)$

Resultados:

Probabilidad (área) =

La probabilidad de que sea infectado un 5% de la población (20 individuos infectados) en variable continua sería lo equivalente a que el número de contagiados estuviera entre 19.5 y 20.5, es bajísima y vale $P(19.5 < X < 20.5) = 0.0002$ según puede observarse en el gráfico de la página siguiente.

Media:

Desviación Estandar:

☐ $P(x > 2)$

☐ $P(x < 2)$

☒ $P(19.5 \leq x \leq 20.5)$

☐ Probabilidad a ambos lados:
 $P(x < -2)$ y $P(x > 2)$

Resultados:

Probabilidad (área) =

3. Conclusión

Es muy extraño lo que ocurre en los colegios con la pandemia COVID19. El patrón que siguen los contagios en las aglomeraciones sociales, se rompe en la escuela. La estadística también lo corrobora. Parece ser que hay una evidencia en el hecho de que los niños contagian poco, se pone de manifiesto en este [artículo](#) periodístico. ¿Por qué es esto así? Sería muy interesante que alguien, con base reflexiva, argumentada y con conocimientos, nos diera la explicación. De elucubraciones estamos hartos.