

Artículo recibido el 28 de agosto de 2019. Aceptado para publicación el 2 de diciembre de 2019

Matemáticas y educación sexual mediante modelación de ecuación de la recta

Mathematics and sexual education through linear equations modeling

Cristian Muñoz Jeldres¹

Resumen

La educación sexual en Chile es la que menor desarrollo ha tenido en Latinoamérica desde el 2008 hasta el 2015 (Hunt, Monterrosas & Mimbela, 2015) por lo que es deseable generar innovaciones desde cada disciplina y para ello se creó esta propuesta didáctica, enmarcada dentro de la educación secundaria, donde se busca analizar la creación de modelos matemáticos de ecuación de la recta dada las cifras de diagnosticados con seis ITS (infecciones de transmisión sexual) en Chile durante el período 2012-2015 que permitan estimar las cifras correspondientes para 2016 y 2017, esto con el fin de compararlas con las cifras reales de dichos años para visibilizar la situación de alza desmedida en ITS durante el último tiempo (Cassinelli & Fernández, 2018) y generar un diálogo respecto a la prevención de ITS y el autocuidado en adolescentes. La propuesta aplicada se fundamentó desde la perspectiva sociocrítica de la matemática y la modelación matemática (Barbosa 2003, 2018; Barbosa & Santos, 2018; Gomes & Barbosa, 2014). Fue aplicada como una clase de trabajo grupal con un curso mixto de 38 estudiantes de tercero medio (penúltimo curso de la educación secundaria chilena) donde se destacan como algunos de los resultados principales la dificultad de ciertos estudiantes para comunicarse matemáticamente, la variedad de modelos matemáticos en los seis casos de ITS a raíz de las decisiones tomadas por cada grupo y una mayor concientización respecto a la prevención de ITS y el autocuidado. Esta propuesta marca un precedente en la educación matemática y sexual chilena al aunar ambas áreas con el fin de promover el autocuidado desde un análisis disciplinar de los objetos matemáticos involucrados dentro de una situación de la vida real.

Palabras clave: Perspectiva sociocrítica; Modelación matemática; Educación sexual; Ecuación de la recta.

Abstract

Sexual education in Chile is the least developed one in Latin America since 2008 to 2015 (Hunt, Monterrosas & Mimbela, 2015) which is why it is desirable to generate innovations from every discipline. That is the purpose of the creation of this didactical approach, framed in high school, where the objective is to analyze the creation of mathematical models of linear equations given the numbers of people diagnosed with six different STIs (sexually transmitted infections) in Chile through the period of 2012-2015 that allows to estimate the ciphers for 2016 and 2017, this with the aim to compare them with the real ciphers of said years to make visible the excessive rising of diagnosed STIs recently (Cassinelli & Fernández, 2018) and start a dialogue about de STI prevention and self-care in teenagers. The applied approach was based on the mathematics sociocritical perspective and the mathematical modeling (Barbosa 2003, 2018; Barbosa & Santos, 2018; Gomes & Barbosa, 2014). The proposal was applied as a group-work lesson with a 38 students mixed class of secondary school where some of the main results that are highlighted are the difficulties of certain students to communicate mathematically, the variety of mathematical models on the six cases of STIs in response to the answers given from each group, and a bigger awareness about the STIs prevention and self-care. This approach sets a precedent for mathematics and sexual education in Chile by joining both areas with the objective of promoting self-care from a disciplinary analysis of mathematical objects involved in a real-life situation.

¹ Magíster en didáctica de la matemática, PUCV, Santiago, Chile. cmmunoz@uc.cl

Key words: Sociocritical perspectiva; Mathematical modeling; Sexual education; Linear equation.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las rectas aparece desde muy temprano en la educación primaria chilena, aunque es en secundaria donde se establece específicamente determinar la ecuación de la recta en el plano cartesiano. No obstante, la determinación y el análisis de la ecuación principal de una recta según sus parámetros por medio de la modelación matemática no se observa explícitamente en el sistema educacional chileno al observar los contenidos mínimos obligatorios de la actualización curricular 2009 (MINEDUC, 2009) y el texto del estudiante de tercero medio (Saiz & Blumenthal, 2014), curso de la secundaria donde se aborda dicho objeto matemático.

En otro ámbito, el año 2008 varios países latinoamericanos, incluyendo Chile, se comprometieron a implementar la declaración ministerial “Prevenir con educación”, que dentro de sus compromisos incluye:

“Implementar y/o fortalecer estrategias intersectoriales de educación integral en sexualidad y promoción de la salud sexual, que incluyan la prevención del VIH e ITS y en las que se complementen los esfuerzos que en el ámbito de sus respectivas responsabilidades y atribuciones se lleven a cabo.” (Hunt, Monterrosas & Mimbela, 2015, p.14)

No obstante, el año 2015 se evaluó el cumplimiento de dicha declaración en cada país y Chile avanzó un 39% en el avance de la implementación de dicha declaratoria, el país con menor avance de Latinoamérica (Hunt, Monterrosas & Mimbela, 2015) y, por ende, el con peor calidad en educación sexual.

Debido a esto la presente propuesta didáctica detalla una situación matemática cuyos objetivos principales son analizar una situación de la vida real mediante la modelación de ecuación de la recta y educar sexualmente en la prevención de ITS (infecciones de transmisión sexual) y VIH por medio de la realidad nacional chilena. Esta propuesta se aplicó a un curso de 38 estudiantes de tercero medio (educación secundaria) pertenecientes a un colegio mixto del sector sur de Santiago de Chile.

Para cumplir con estos objetivos, la propuesta intentará responder las siguientes preguntas de investigación: ¿cómo los estudiantes podrían realizar la modelación de una ecuación de la

recta?, ¿los estudiantes pueden expresar coherentemente sus análisis mediante argumentaciones matemáticas?, ¿es posible cambiar la percepción de los estudiantes respecto a una situación de su contexto social mediante el estudio de las matemáticas? y ¿los estudiantes son capaces de diagnosticar posibles causas y medidas de paliación para el alza de diagnosticados en distintas ITS y VIH en Chile? Para ello se presenta la fundamentación desde el marco teórico de la perspectiva sociocrítica de la matemática y la modelación matemática (Barbosa, 2003; Barbosa & Santos, 2007) una descripción de la metodología a implementar en la propuesta didáctica, el análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes a los que se le aplicó la situación creada y la reflexión de estos mismos.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Perspectiva sociocrítica de la matemática y modelación matemática

El Doctor Jonei Cerqueira Barbosa, es uno de los exponentes de la perspectiva sociocrítica de la matemática y uno de sus campos de estudio es la modelación matemática. Por ello, se expondrán algunos de sus principales aportes para luego exponer la propuesta didáctica.

El término “perspectiva sociocrítica” fue sugerido por Barbosa (2003) para referirse a las prácticas pedagógicas que no excluyen el desenvolvimiento de la teoría matemática en el modelamiento matemático, sino que va más allá de la teoría; como práctica pedagógica presenta a las y los estudiantes una oportunidad de discutir la naturaleza o papel de los modelos matemáticos en la sociedad (Barbosa & Santos, 2007). Una perspectiva sociocrítica de problemas de modelación matemática permite que la o el estudiante adquiera los conocimientos matemáticos además de aprender también a reflexionar, comprender y participar de la sociedad en que vive a la luz de dichos conocimientos.

Gomes y Barbosa (2014) concluyen tres premisas respecto a la diferencia implícita entre la matemática y la realidad, desde la modelación matemática: la primera es que los problemas abordados en modelación no son matemática, la segunda es que la matemática tiene la potencialidad de resolver dichos problemas y, por último, que una modelación tendría la función de realizar una unión entre la realidad y la matemática. También es necesario comprender que una matematización de los problemas en la modelación no representa

fielmente los hechos, porque la matemática no es una descripción de la realidad, sino que es usada para su comprensión.

Respecto a la modelación matemática, en el segundo Congreso Universitario de Educación Matemática Técnica y Profesional 2018 el Doctor Jonei Cerqueira Barbosa realizó una charla magistral cuyo título fue “Modelación Matemática”. Acá se exponen los puntos principales expresados por Barbosa en dicha charla magistral.

Al estudiar las matemáticas en sus distintas disciplinas se enseñan de la misma forma, como objeto de estudio y no como instrumento para cada una de ellas por lo que los profesores deben saber resolver problemas complejos en cada área y, por ende, tener conocimientos en dichos tópicos; un estudio en Brasil mostró que hay una gran brecha entre la matemática en cada área del desarrollo humano versus lo que se enseña en la universidad, instituto profesional, colegios, centros de formación técnica, entre otros tipos de establecimiento educacional ya que se presentan distintos sistemas de pensamiento y no se establecen puentes para disminuir dichas brechas o gap (Barbosa, 2018).

Una clase por lo general se divide en tres segmentos: una exposición de los contenidos, una serie de ejemplos de aplicación y luego ejercicios o la resolución de más ejemplos; esto es distinto a una clase donde se desarrollen problemas ya que se vuelve necesario tender puentes que le permitan a las y los estudiantes disminuir este aislamiento entre las matemáticas de los trabajos o las disciplinas y las matemáticas educativas por medio del “saber hacer” (Barbosa, 2018).

Para lograr construir estos puentes se proponen problemas donde existe un objeto de frontera, concepto que Barbosa define como objeto del mundo real no necesariamente concreto que actúa de frontera entre las matemáticas del área a aplicar y las matemáticas escolares, el cual se lleva a una clase por medio de un intermediador que correspondería usualmente a la o el docente (Barbosa, 2018). Se requieren intermediarios que lleven objetos de frontera a la clase de matemática para disminuir el aislamiento entre las matemáticas del trabajo o las disciplinas y las de la escuela, lo que puede realizarse mediante tres acciones: rutina, mostrando problemas que se relacionen con el contexto de las y los estudiantes; problemas, que no sean ejercicios mecanizados los que sean el foco de la clase sino verdaderos problemas

que desafíen al curso; y matemáticas como instrumento, donde sean utilizadas como medio para generar puentes sólidos entre la teoría y la práctica del objeto matemático en estudio. Por todo lo anterior, la modelación matemática no es solo una “matemática aplicada” sino una estrategia didáctica desde la perspectiva sociocrítica de la matemática. La importancia de las situaciones propuestas es que existen en el mundo, hacen referencia a la realidad y no son ejercicios, sino que problemas con alto potencial de innovación; es muy poco probable que en una sala de clases la exposición de una situación matemática desde el inicio de la clase sea un problema, ya que este debe ser el punto inicial para el desarrollo de parte importante de la clase.

2.2 Sobre educación en prevención de ITS

Chile el año 2008 se comprometió a implementar la declaración ministerial “Prevenir con educación”, sin embargo, al evaluar los cumplimientos y el avance general en la implementación de la declaración en el país, este se encuentra en el último lugar respecto al avance con tan solo un 36% de este (Hunt, Monterrosas & Mimbela, 2015). De todos los aspectos referidos a la educación para la prevención de ITS, el documento establece:

Se determinó que el marco legal para la implementación de la educación sexual integral en sexualidad y la promoción de la salud sexual y reproductiva se puede mejorar ya que no existe dicho marco, pero la ley 19.779 Normas Relativas al VIH/SIDA incluye información sobre VIH.

Se determinó que la inclusión de criterios respecto a información sobre salud sexual y reproductiva y VIH en currículo y materiales didácticos es deficiente. (Hunt et al., 2015, pp. 29-30).

Por ello, la situación didáctica aplicada marca un precedente en la educación matemática chilena ya que no existen registros oficiales de alguna propuesta que pretenda realizar un aporte a la educación sexual del país desde la misma disciplina.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

Para la realización de esta propuesta se adaptaron los datos correspondientes a las cifras oficiales del Ministerio de Salud sobre diagnosticados en seis ITS: gonorrea, hepatitis A,

hepatitis B, hepatitis C, sífilis y VIH (Cassinelli & Fernández, 2018). Las cifras oficiales se muestran en la tabla 1 mientras que las cifras adaptadas en la tabla 2, donde la adaptación corresponde a expresar las cifras en unidades de mil utilizando aproximación por redondeo donde correspondiese

Año	Gonorrea	Sífilis	Hepatitis A	Hepatitis B	Hepatitis C	VIH
2012	1552	4526	563	1055	454	3395
2013	1533	4353	378	1438	553	4014
2014	1456	4350	1198	1192	440	4080
2015	1797	4158	2119	1030	424	4307
2016	2039	4147	1126	1115		4927
2017	2768	5691	3175	1103		5816

Tabla 1. Cifras de diagnosticados durante el período 2012-2017

Fuente: Autor

Año	Gonorrea	Sífilis	Hepatitis A	Hepatitis B	Hepatitis C	VIH
2012	1,6	4,5	0,6	1,1	0,5	3,4
2013	1,5	4,4	0,4	1,4	0,6	4
2014	1,5	4,4	1,2	1,2	0,4	4,1
2015	1,8	4,2	2,1	1	0,4	4,3
2016	2	4,2	1,1	1,1		4,9
2017	2,8	5,7	3,2	1,1		5,8

Tabla 2. Cifras adaptadas para la realización de la propuesta didáctica

Fuente: Autor.

En primer lugar, se les describe brevemente las seis infecciones a modelos respecto a sus características principales, posibles síntomas, vías de contagio e incidencia social; lo que puede realizarse o planificarse en conjunto con algún docente de biología o ciencias naturales. Se dividió al curso en seis grupos distintos donde cada uno trabajó con una ITS distinta, a cada grupo se le entregó una hoja donde se encontraban las cifras para el período 2012-2015 de la infección correspondiente en registro tabular y su representación gráfica mediante diagrama de líneas. Por una situación de espacio, en la tabla 3 y la figura 1 solo se muestran los registros correspondientes al VIH.

Año	VIH (unidades de mil)
2012	3,4

2013	4
2014	4,1
2015	4,3

Tabla 3. Cifras de diagnosticados de VIH en el período 2012-2015

Fuente: Autor



Figura 1. Diagrama de línea de diagnosticados de VIH en el período 2012-2015

Fuente: Autor

En la misma hoja se encuentran los dos problemas a resolver por cada grupo para cada ITS, en el primero se observa que se pide crear un modelo de ecuación de la recta que represente de mejor manera el comportamiento de los diagnosticados en cada caso mientras que la segunda parte solicita estimar la cantidad que correspondería a las personas diagnosticadas para los años 2016 y 2017. Para mayor exactitud, en la tabla 4 se muestran los problemas a resolver de la misma manera en que fueron entregados al curso.

- a) Se quiere expresar de la mejor forma posible el comportamiento de los datos en la tabla a una ecuación de la recta $y = m \cdot x + n$ donde m es la pendiente y n el coeficiente de posición o intercepto, determinen dicha recta justificando su desarrollo de manera clara. Puede utilizar calculadora o celular para la operatoria.

b) Dada su ecuación de la recta del punto anterior, estimen cuántas personas diagnosticadas habría los años 2016 y 2017.

Tabla 4. Problemas entregados a cada grupo

Fuente: Autor

Al ser una propuesta desde la modelación matemática no existe necesariamente una única respuesta posible, aun así, se tiene una respuesta esperada que corresponde a una adaptación de lo expuesto en una tesis que muestra una situación de modelación matemática similar realizada por la doctora Tamara del Valle (2015). Nuevamente, por una cuestión de espacio, se expondrá brevemente la resolución bajo la respuesta esperada en el caso del modelo matemático del VIH.

Primero, se observa que el gráfico de línea está compuesto por tres segmentos de recta, cada uno con su propia pendiente, para estimar la pendiente que mejor refleje el comportamiento de diagnosticados con VIH se promedian estas tres pendientes:

$$\frac{0,6 + 0,1 + 0,2}{3} = 0,3$$

Donde 0,6, 0,1 y 0,2 son las pendientes de los segmentos de recta del período 2012-2013, 2013-2014 y 2014-2015, respectivamente, con esto, la ecuación $y = m \cdot x + n$ a modelar quedaría como $y = 0,3 \cdot x + n$. Como en los registros entregados no aparece el coeficiente de posición o intercepto n , su cálculo se estima mediante el reemplazo en la ecuación modelada con el promedio de los cuatro puntos ordenados asociados al registro tabular; en el caso del VIH, los cálculos son los siguientes para las coordenadas x e y respectivamente:

$$\frac{2012 + 2013 + 2014 + 2015}{4} = 2013,5$$

$$\frac{3,4 + 4 + 4,1 + 4,3}{4} = 3,95$$

Por lo tanto, el punto a reemplazar será el (2013,5; 3,95) y el cálculo para obtener el intercepto es:

$$3,95 = 0,3 \cdot 2013,5 + n \rightarrow n = 3,95 - 0,3 \cdot 2013,5 \rightarrow n = -600,1$$

Finalmente, el modelo de ecuación de la recta para representar de mejor manera el comportamiento de diagnosticados de VIH en Chile en el período 2012-2015 sería:

$$y = 0,3 \cdot x - 600,1$$

Para estimar la cantidad de personas diagnosticadas de VIH de los años 2016 y 2017, se calcula el valor de la coordenada y al reemplazar en x con 2016 y 2017, respectivamente.

$$0,3 \cdot 2016 - 600,1 = 4,7; 0,3 \cdot 2017 - 600,1 = 5$$

Recordando que las cifras están en unidades de mil, se obtiene que habría alrededor de 4.700 y 5.000 diagnosticados de VIH en los años 2016 y 2017, respectivamente.

La tabla 5 muestra los modelos de ecuación de la recta y valores esperados para cada una de las ITS según el método expuesto, cabe decir que todos los cálculos se realizaron con aproximación por redondeo a la centésima.

ITS	Ecuación de la recta	Cifra 2016	Cifra 2017
VIH	$y = 0,3 \cdot x - 600,1$	4,7	5
Gonorrea	$y = 0,07 \cdot x - 139,35$	1,77	1,84
Sífilis	$y = -0,1x + 205,73$	4,13	4,03
Hepatitis A	$y = 0,5 \cdot x - 1005,67$	2,33	2,83
Hepatitis B	$y = -0,03 \cdot x + 61,59$	1,11	1,08
Hepatitis C	$y = -0,03 \cdot x - 59,93$	0,41	0,38

Tabla 5. Respuestas esperadas para cada ITS

Fuente: Autor

Luego de que los grupos hayan realizado los modelos matemáticos o cuando haya transcurrido una cierta cantidad de tiempo asignada por el profesor, se realizó un plenario donde se pidió que un integrante por grupo describa de manera verbal y sintetizada cómo su grupo realizó su modelo correspondiente de ecuación de la recta junto con comunicar los valores estimados de diagnosticados para 2016 y 2017. Al terminar el plenario se les entregan las cifras de diagnosticados oficiales del Ministerio de Salud de cada ITS para los años 2016 y 2017 en el formato adaptado; en la tabla 6 se observa que en cinco de las seis infecciones

el comportamiento muestra que hay un alza superior a la estimada según los modelos matemáticos, la única excepción es en el caso de la hepatitis C donde a la fecha de aplicación de la propuesta aún no se encontraban públicas las cifras oficiales.

ITS	Cifra 2016 estimada	Cifra 2016 real	Cifra 2017 estimada	Cifra 2017 real
VIH	4,7	4,9	5	5,8
Gonorrea	1,77	2	1,84	2,8
Sífilis	4,13	4,2	4,03	5,7
Hepatitis A	2,33	1,1	2,83	3,2
Hepatitis B	1,11	1,1	1,08	1,1
Hepatitis C	0,41	-	0,38	-

Tabla 6. Cifras estimadas y reales de diagnosticados para los años 2016 y 2017

Fuente: Autor

Ya realizada la modelación matemática junto con la aplicación de los modelos obtenidos para la estimación de diagnosticados en los años pedidos, se dialoga con el curso respecto a la actual situación chilena de escasa educación en prevención de ITS y VIH además de la situación de alza desmedida en la cantidad de personas portadoras de dichas infecciones en el país como lo han develado diversos medios de comunicación (Cassinelli & Fernández, 2018); idealmente se utiliza el hecho de que las cifras reales son mayores a las estimadas en cinco de las seis ITS para evidenciar que el alza es mayor a la esperada, lo que da pie a discutir la validez y pertinencia de los modelos matemáticos utilizados.

Para finalizar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta didáctica puesta en práctica, se le pide a cada grupo que describa brevemente tres posibles hipótesis de causas para la situación actual de alza desmedida de personas infectadas con ITS en el país, y tres posibles medidas para revertir la situación.

4. RESULTADOS

4.1 Gonorrea

La pendiente asociada al modelo se intentó calcular de manera análoga a como se detalló en la respuesta esperada de la sección anterior, aunque el cálculo final está mal hecho ya que el valor de la pendiente utilizada fue 0,67 en vez de 0,07 debido a un error en el uso de la calculadora; esto causó que el incremento aumenta significativamente a lo esperado en el

comportamiento de la recta. Para el cálculo del coeficiente de posición se promediaron los cuatro pares ordenados asociados al registro tabular obteniendo el punto (2013,5; 1,6), el que se reemplazó en el modelo para obtener que el intercepto tiene el valor 1347,57. Por ende el modelo matemático para esta ITS fue $y = 0,67 \cdot x - 1347,57$. Usando este modelo se estimaron las cifras de diagnosticados con gonorrea en 2016 y 2017, debido al error en el cálculo de la pendiente y su consecuencia de arrastre en la determinación del coeficiente de posición, las estimaciones son 3,28 y 3,95, respectivamente, cifras significativamente mayores a las que muestra la tabla 4.

Al momento del plenario se observa que no hay claridad en la descripción del cálculo de pendiente y coeficiente ya que quien comunica se refiere a dichos parámetros como “las cositas”, a lo que una integrante del grupo le corrige diciendo “las fórmulas” para referirse al modelo de ecuación de la recta (se deja abierto el diálogo respecto a qué tan pertinente es llamar fórmulas a los modelos) y luego dicen los valores estimados.

Para el modelo del grupo respectivo no se evidencia el alza de las cifras reales respecto a las estimadas debido al error en el cálculo de la pendiente, por lo que no constituiría un buen modelo del comportamiento entre 2012-2015 según lo esperado.

4.2 Hepatitis A

Acá el grupo correspondiente determinó la pendiente usando los pares ordenados relacionados con los dos últimos años de la tabla dada ya que les parecieron los más representativos, al ser los más actuales, para obtener estimaciones del comportamiento a futuro obteniendo como resultado el valor 0,9 y para el intercepto se reemplazó en el modelo con el par ordenado correspondiente al año 2015 por razones similares obteniendo -1811,4; luego, el modelo obtenido fue $y = 0,9 \cdot x - 1811,4$. Usando la misma estrategia de la respuesta esperada en el modelo correspondiente, el grupo obtuvo las cifras 3 y 3.9 para los diagnosticados de hepatitis A en los años 2016 y 2017, respectivamente. Cabe decir que este modelo no cumple a cabalidad con las instrucciones pues solo se invisibilizó el comportamiento de los diagnosticados con esta ITS los años 2012 y 2013, lo que podría afectar significativamente el análisis del panorama general al comparar las cifras estimadas con las reales en 2016 y 2017.

Al momento del plenario la persona que el grupo designa como encargada no detalla cómo se calculó la pendiente y el coeficiente, sino que solo afirman que lo hicieron; aunque sí dicen las cifras estimadas, no realizan una interpretación correcta ya que establecen que habría 3 y 3,9 casos en los años 2016 y 2017, respectivamente, en vez de decir 3000 y 3900 aproximadamente. Se observó una comprensión de estrategias para la estimación de valores de una coordenada dada la otra en la recta ya que también estimaron la cifra de personas diagnosticadas en 2018: 4,8 casos.

Pese a que según la respuesta esperada la cifra real es superior a la estimada en 2017, en el modelo elaborado por el grupo no se observa comportamiento representativo de todos los datos dados y las cifras estimadas son mayores a las reales, lo que puede deberse a solo utilizar el comportamiento en el período 2014-2015 para el cálculo de la pendiente.

4.3 Hepatitis B

Antes de detallar cómo este grupo determinó el valor para la pendiente del modelo, se muestra en la tabla 7 el registro que se les entregó.

Año	Hepatitis B (unidades de mil)
2012	1,1
2013	1,4
2014	1,2
2015	1

TABLA 7. Cifras de diagnosticados de hepatitis B en el período 2012-2015
Fuente: Autor

Acá hubo un error en la comprensión de la tabla ya que utilizaron las cifras 1,1 y 1,0 de los años 2012 y 2015 como si fuesen los puntos (1,1) y (1,0), el cálculo de la pendiente les dio como $\frac{1}{0}$ que malinterpretaron como 0, obteniendo como modelo la recta $y = n$. Al pedirles que intenten calcular la pendiente de otra forma se observa otro cálculo erróneo donde toman los datos 2012 y 1,1 de la segunda fila y les asignan los puntos (2012,0) y (1,1), donde la ordenada del primer punto parece provenir de que 2012 es equivalente a 2012,0; acá obtuvieron como resultado 0,00004, el cual redondearon a 0 para obtener nuevamente como modelo $y = n$. De todo lo anterior decidieron que la cantidad de diagnosticados con hepatitis

B para 2016 y 2017 se mantiene prácticamente constante y al ser 2015 la cifra más actual entregada, estimaron que las cifras de personas diagnosticadas con esta ITS en Chile para los años nombrados también son de 1000 personas aproximadamente.

La persona encargada de comunicar el procedimiento y los resultados en el plenario dijo que calcularon la pendiente entre el punto inicial y el punto del diagrama de líneas dado, es decir, utilizando los puntos a 2012 y 2015, también comunicó que su modelo resultó ser una recta horizontal ya que su cálculo de pendiente era tan cercano a cero que era despreciable y, por lo tanto, los diagnosticados en 2016 y 2017 serían alrededor de 1000 ya que el último año del que se les entregó registro hubo dicha cifra.

Aunque el grupo estimó cifras iguales para 2016 y 2017, ambas menores a las cantidades reales, el modelo matemático no es consistente con sus argumentaciones matemáticas detrás debido a la mala interpretación de los datos y la división por cero.

4.4 Hepatitis C

Acá se calculó la pendiente entre los puntos cartesianos asociados al año 2012 y 2015 obteniendo $-\frac{1}{30}$; para el coeficiente de posición se reemplazó en el modelo de ecuación de la recta $y = -\frac{1}{30}x + n$ con el punto (2015;0,4) asociado al año 2015, dando como resultado $\frac{2027}{30}$ y como modelo $y = -\frac{1}{30}x + \frac{2027}{30}$, es interesante notar que expresaron los parámetros en su expresión fraccionaria en vez de decimal. De manera análoga a lo expresado en la respuesta esperada, el grupo determinó que hubo 0,36 y 0,3 personas diagnosticada para 2016 y 2017, respectivamente.

La persona que comunica el procedimiento y resultados en el plenario detalla que para la pendiente usaron los puntos asociados a los años 2012 y 2015, no dijeron cómo se calculó el coeficiente y expresan mal la ecuación de la recta ya que escriben en la pizarra $-\frac{1}{30}x + \frac{2027}{30}$.

En este caso, al momento de aplicación de la propuesta didáctica aún no se encontraban públicas las cifras oficiales del Ministerio de Salud para los años 2016 en adelante, por ello el grupo no pudo realizar esta parte de la clase.

4.5 Sífilis

Acá la pendiente se calculó de manera análoga a la respuesta esperada teniendo como resultado $-0,1$. Para el coeficiente de posición se realizaron tres cálculos distintos: el primero reemplazando el punto $(2012;4,5)$ asociado a 2012 en una recta con la pendiente correspondiente al período 2012-2013, el segundo reemplazando el punto $(2013;4,4)$ asociado a 2013 en una recta con la pendiente correspondiente al período 2013-2014 y el tercero reemplazando el punto $(2014;4,4)$ asociado a 2014 en una recta con la pendiente correspondiente al período 2014-2015; el intercepto $205,7$ se obtuvo promediando las tres cifras anteriores, con lo que la recta modelada fue $y = -0,1 \cdot x + 205,7$. De manera análoga a la respuesta esperada se calcularon en 4.1 y 4 los diagnosticados en 2016 y 2017, respectivamente.

La persona que describe el procedimiento en el plenario utiliza un lenguaje coloquial al expresar que el cálculo de la pendiente se realizó promediando las pendientes de los tres segmentos de recta del diagrama de líneas para “obtener una recta más bacán”, no establecen cómo se calculó el coeficiente y tampoco cuántos diagnosticados estimaron para 2016 y 2017; aunque si describen el comportamiento del modelo al decir “fueron disminuyendo como 100 personas cada año”, donde es interesante notar que el “como 100” reflejaría que se está trabajando con aproximaciones.

Según el modelo de este grupo las cifras reales son visiblemente mayores a las estimadas, incluso la cifra del 2017 provocó una reacción de sorpresa en el grupo debido a ser notoriamente mayor.

4.6 VIH

Se observó para el la determinación de la pendiente el mismo procedimiento expuesto en la respuesta esperada y para el intercepto se reemplazó en el modelo de recta $y = 0,3 \cdot x + n$ con el punto $(2015;4,3)$, ya que consideraron que el último dato oficial entregado expresa de mejor manera el comportamiento de los años inmediatamente siguientes, obteniendo $-600,2$; por lo tanto, el modelo elaborado para este caso fue $y = 0,3 \cdot x - 600,2$. De manera análoga a como se mostró en la respuesta esperada, se calcularon en 4,6 y 4,9 las cifras de diagnosticados de VIH para los años 2016 y 2017, respectivamente.

La persona designada para el plenario es la única que describe correctamente todo lo pedido: la pendiente se calculó promediando las pendientes asociadas a los tres segmentos de recta que se observan en el gráfico de línea, el cálculo del intercepto se realizó mediante el reemplazo de un punto conveniente y sus estimaciones de diagnosticados con VIH en los años 2016 y 2017.

Al realizar un procedimiento muy similar al de la respuesta esperada la situación de alza entre las cifras reales respecto a lo estimado es observable, lo que permitió al grupo comprender las diferencias del modelo con la realidad.

4.7 Hipótesis de causas y medidas paliativas para la actual situación de alza

Ya al final de la clase se dialogó respecto a la situación nacional de alza desmedida de personas diagnosticadas en varias de las ITS trabajadas como lo han reflejado diversos medios de prensa nacional (Cassinelli & Fernández, 2018) y algunos de los modelos trabajados en clases, por lo que a cada grupo se le pidió levantar tres posibles causas y medidas respecto a esta situación (ver tabla 8).

ITS	CAUSAS	MEDIDAS
VIH	<ul style="list-style-type: none"> - No usar preservativo. - Aguja infectada (poca higiene). - Contacto con sangre en heridas cortopunzantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor precio, mayor calidad, en métodos anticonceptivos. - Realizarse exámenes. - Autocuidado.
Gonorrea	<ul style="list-style-type: none"> - Poco interés. - No usar condón. - Falta de educación sexual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Empezar a ocupar los preservativos. - Que se hable más sobre la educación sexual.
Sífilis	<ul style="list-style-type: none"> - No usar preservativos. - Poco interés en el tratamiento médico. - La poca comunicación entre las parejas sexuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar el uso de los preservativos (de barrera). - Mejorar la comunicación e información. - Chequeos médicos regulares.
Hepatitis A	<ul style="list-style-type: none"> - El consumo de drogas. - La poca eficiencia en la salud en este ámbito. - La cultura de rechazo contra las ITS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Campañas de prevención del gobierno. - Educación sexual eficiente. - Que las ITS no sean un tema tabú.

Hepatitis B	<ul style="list-style-type: none"> - No usar preservativos. - Fetiches exóticos. - No mantener buena higiene. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el uso de preservativos. - Tener consecuencias de los posibles actos que se hacen. - Buena higiene personal.
Hepatitis C	<ul style="list-style-type: none"> - No usar preservativos. - Falta de educación sexual. - No se habla abiertamente del tema (tabú). 	<ul style="list-style-type: none"> - Educación sexual de calidad y pública. - Hablar de estos temas con los padres. - Informarse sobre el acceso a preservativos.

TABLA 8. Hipótesis de posibles causas y medidas determinadas por los distintos grupos

Fuente: Autor

La causa más nombrada fue el poco uso de preservativos y la medida más nombrada fueron las referentes a la necesidad de mayor educación e información, destaca como posible causa el tabú de conversar sobre ITS. Cabe decir que se recalcó en todo momento que todas las hipótesis entregadas son solamente posibilidades para abrir el diálogo respecto a la educación en prevención de ITS y VIH en otros momentos y que no necesariamente podrían ser reales o realizables en el corto o mediano plazo.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Educar sexualmente a las y los estudiantes de Chile se vuelve una necesidad nacional debido al poco avance en el área respecto a los demás países de Latinoamérica durante el último tiempo. La presente propuesta didáctica muestra una clase de modelación de la recta que permitió observar una toma de conciencia en el curso sobre la desmedida alza de personas diagnosticadas con distintas ITS: gonorrea, hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C, sífilis y VIH. Los objetivos planteados en un principio se cumplieron al analizar una situación contingente mediante la modelación de rectas en el plano cartesiano en un problema enmarcado en la perspectiva sociocrítica de la matemática y, también, generar un diálogo fundamentado sobre la prevención de ITS mediante la comparación entre cifras reales versus estimadas para los años 2016 y 2017.

Se observó que los grupos de estudiante fueron capaces de elaborar sus propios modelos matemáticos de manera autónoma y justificada, lo que permitió detectar errores en la elaboración de sus ecuaciones de la recta ya sea por mal uso de los instrumentos a disposición o bien por falta de comprensión de conceptos matemáticos asociados a los parámetros de

pendiente y coeficiente de posición. Al momento del plenario se evidenció que les cuesta comunicar sus procedimientos matemáticos debido a un mal manejo del lenguaje, falta de manejo en el uso de conceptos matemáticos y falta de cohesión al unir los distintos pasos elaborados en un solo discurso coherente; esto también se pudo haber visto afectado por el hecho de que se pidió que fuesen breves, por lo que se agrega como dificultades que debían ser capaces de sintetizar ideas. Debido a los distintos errores que surgieron en algunos modelos, la diferencia entre las cifras reales y estimadas fue visible en los casos de VIH y sífilis lo que permitió generar un diálogo fundamentado respecto a la situación nacional de alza en personas portadoras en ciertas ITS, esto permitió concluir la propuesta con un levantamiento de hipótesis de posibles causas y medidas paliativas que dan pie para discusiones futuras sobre prevención.

Dentro de las limitaciones se pudo haber generado una evaluación respecto a clases de este estilo destacando que no es usual realizar una clase en torno a un problema matemático donde existe una diversidad de posibles respuestas e interpretaciones, donde los modelos elaborados no son una representación fiel de la realidad por lo que hay que tener precaución del trabajo o disciplina a la que hace referencia el problema y a la interpretación de los datos en su contexto. Aun así, esta propuesta didáctica presenta varias proyecciones que van desde ejercitar la operatoria de números decimales, el uso correcto de calculadora o celular en clase, las aproximaciones por redondeo (o de otro tipo si se estima conveniente), así como también discutir sobre las diferencias posibles entre un gráfico de línea y un plano cartesiano; también da pie a desafíos mayores al permitir desarrollar habilidades de comunicación y argumentación matemática.

En conclusión, es una propuesta con alto potencial de impacto en la comunidad educativa nacional ya que marca un precedente al pretender ser un aporte a la educación sexual chilena respecto a una realidad que compromete directamente a las y los adolescentes con su autocuidado, llevándolo a cabo desde la asignatura de matemática con una situación que los acerque a generar un compromiso social mediante el uso de la modelación matemática.

6. REFERENCIAS

- Barbosa, J. (2003). Modelagem Matemática e a Perspectiva Sócio-Crítica. *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 2(1), 1-13.
- Barbosa, J. & Santos, M. (2007). Modelagem Matemática, Perspectivas e Discussões. *Encontro Nacional de Educação Matemática*, 9(1), 1-12.
- Barbosa J. (2018). *Modelación matemática*. Conferencia presentada en el Segundo Congreso Universitario de Educación Matemática Técnica y Profesional, Santiago, Chile.
- Cassinelli, F. & Fernandez, P. (2018) Gonorrea, Hepatitis, Sífilis y VIH: el Elevado Aumento de las Enfermedades de Transmisión Sexual desde 2010. 24 horas de TVN. Recuperado de: <https://www.24horas.cl/data/sifilis-gonorrea-y-hepatitis-el-elevado-aumento-de-las-otras-enfermedades-de-transmision-sexual-desde-2010-2686343>
- Del Valle, T. (2015). *Los usos de la optimización: un marco de referencia y la teoría socioepistemológica* (Tesis doctoral). Instituto de Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Santiago-Chile.
- Gomes, E. & Barbosa, J. C. (2014) Contribuições Teóricas sobre a Aprendizagem Matemática na Modelagem Matemática. *Zetetiké*, 22(41), 31-58.
- Hunt, F., Monterrosas, E. & Mimbela, R. (2015). *Evaluación de la implementación de la declaración ministerial “Prevenir con educación”. Su cumplimiento en América Latina 2008-2015*. México D.F: Ediciones Plan B.
- MINEDUC. (2009) *Matemática. Programa de estudio tercer año medio. Actualización Curricular 2009*. Recuperado de: http://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34361_programa.pdf
- Saiz, O & Blumenthal, V. (2014) *Texto del Estudiante Matemática 3° Medio*. Santiago: Editorial Santillana.