

## La Función Exponencial y la forma en que se estiman los contagiados por COVID19: entrevista a Profesores de Escuela Secundaria

Patricia Sureda

*Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECYT), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As., Tandil CP 7000, Argentina.*

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Juan B. Podavini

*Departamento de Formación Docente, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As., Tandil CP 7000, Argentina.*

**Resumen:** *Se utiliza la Teoría de los Campos Conceptuales para indagar sobre los esquemas vinculados a la enseñanza de la función exponencial en la escuela secundaria. En particular, se busca identificar si los profesores cuentan con invariantes operatorios que vinculen la Función Exponencial y la forma en que se estiman los contagiados por COVID19, y si lo estudian con sus alumnos en clase. Los resultados de las entrevistas a seis profesores en ejercicio muestran que sólo tres de ellos cuentan con algún tipo de estos invariantes; y que solo uno de ellos estudió matemáticamente esta problemática con sus alumnos.*

**Palabras-clave:** *Función Exponencial; Enseñanza; Profesores; Teoría de los Campos Conceptuales; COVID19*

## The Exponential Function and the way in which those infected by COVID19 are estimated: interview to Secondary School Teachers

**Abstract:** *We use the Theory of Conceptual Fields to inquire about the schemes linked to the teaching of the exponential function in secondary school. In particular, we seek to identify if teachers have operational invariants that link the Exponential Function and the way in which those infected by COVID19 are estimated, and if they study it with their students in class. The results of the interviews with six teachers show that only three of them have some type of these invariants; and that only one of them studied this problem mathematically with his students.*

**Keywords:** *Exponential Function; Teaching; Teachers; Theory of Conceptual Fields; COVID19*

### 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de analizar si los profesores de matemática en ejercicio cuentan con invariantes operatorios que vinculen la función exponencial con la forma de estimar los contagiados por COVID-19, está dada por una parte, por la importancia que la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) le da a la construcción del significado. En palabras de Vergnaud (1990) “Un concepto no puede ser reducido a su definición, al menos si se está interesado en su aprendizaje y enseñanza, pues es a través de las situaciones y de los problemas que se pretenden resolver como un concepto adquiere sentido para el niño”. Desde otros marcos teóricos la modelización matemática se asumen también de suma importancia para la educación de cada ciudadano, ya que es una herramienta fundamental para comprender y analizar dichos acontecimientos matemáticos que se viven y observan día a día en la vida real (Alvarado, 2009; Niss, Blum y Galbraith, 2007; Ortiz, 2002 y Rodríguez, 2015). En esta misma dirección el estudio de la función exponencial mediante la estimación de la cantidad de contagiados por COVID-19, brinda la oportunidad de enseñar una matemática cuyo sentido se construya a partir de los problemas, en este caso, de la vida cotidiana que se intentan resolver (Sanchez y Garcia, 2020; Sureda y Rossi, 2022). Este problema revela también una de las características más importantes del crecimiento de la función exponencial, y esto es que hay un momento en el que el aumento se torna precipitado, y hay realmente una explosión en el crecimiento. Pero, para que el profesor pueda brindar una enseñanza con “sentido” para el estudiante, primero debe tener sentido para él.

Por otra parte, enmarcados en la discusión que plantea Chevallard (2017) respecto a la población de estudiantes a las cuales está dirigida la formación matemática escolar secundaria, coincidimos con él en que ésta debe estar dirigida no solo a los que serán matemáticos, o ingenieros, sino a todos aquellos ciudadanos que no vayan a estudiar matemáticas después del instituto, incluso cuando reciban una educación superior. En esta dirección, la enseñanza de la función exponencial vinculada a la estimación

de contagiados por COVID-19 brinda una buena oportunidad para formar matemáticamente a esta última población.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Teoría de los Campos Conceptuales

Utilizamos la TCC (Vergnaud, 1990; 2013), con el fin de identificar algunos Invariantes Operatorios (IO) del profesorado de la escuela secundaria. El *esquema* es la organización invariante de la conducta del sujeto frente a una clase de situaciones. Desde este marco teórico, las acciones de los profesores de matemática en el aula, constituyen un conjunto de prácticas –frecuentemente espontáneas– que pueden ser entendidas en términos de esquemas más o menos primitivos acerca de la construcción del saber matemático, del aprendizaje de los alumnos y de la tarea de profesor. Los esquemas dirigen la acción del profesor en una situación de enseñanza, y en consecuencia, es posible relacionar la actividad didáctica del profesor con ellos. El esquema está compuesto por reglas de acción y de anticipaciones (puesto que estas generan una serie de acciones con el fin de lograr un cierto objetivo), pero también está compuesto, de manera esencial, de invariantes operatorios (conceptos-en-acto y teoremas-en-acto) y de inferencias. Los conceptos en acto son categorías pertinentes como variable, función, número real, etc.; y los teoremas en acto son proposiciones tomadas como verdaderas. Los conceptos y teoremas se construyen en forma solidaria, pues no hay conceptos sin teoremas que se reflejan a ellos, ni teoremas en acto que se puedan construir sin conceptos. Los invariantes operatorios, correctos o no, son los que dirigen la acción del profesor en una situación de enseñanza, y es por esto que es posible relacionar la actividad didáctica del profesor con los invariantes operatorios mencionados.

### 2.2. El modelo de Contagio

La construcción de modelos matemáticos es útil a la epidemiología, ya que sus objetivos esenciales son el de poder describir, explicar y predecir los fenómenos y procesos de contagio que se suscitan en enfermedades epidemiológicas. Hay modelos estocásticos y determinísticos. Básicamente, de los determinísticos se utilizan tres modelos de contagio: SIR; SEIR y SEAR. Aquí sólo se presenta la expresión algebraica del modelo epidemiológico matemático SIR; debido a que se ajusta bastante bien a los primeros resultados de estudios del COVID-19. El modelo SIR, divide a la población de individuos afectados por el virus en tres clases:

- **S:** el grupo de individuos susceptibles de contraer el virus de una enfermedad transmisible, considerando que estas personas no tienen ningún tipo de inmunidad ante el agente infeccioso, lo cual provocaría su contagio ante la exposición del mismo;
- **I:** el grupo de individuos infectados y que son transmisores de la enfermedad al grupo S (susceptible);

- **R:** Es el conjunto de individuos recuperados de la infección, que se convierten en agentes inmunes a la enfermedad y por lo tanto no contagian. Cabe destacar, que en este modelo se considera “recuperados” a los fallecidos debido a que tampoco pueden contagiar.

En este modelo se pasa de susceptible a infectado mediante una tasa  $\beta$ , que es la tasa de infección por individuos, y que representa cuántas nuevas infecciones se producen por unidad de tiempo. Esta tasa es clave para la transmisión de la enfermedad, pues de alguna forma describe en una cierta población (N) cuál es la fuerza del virus (la fuerza del COVID-19 es mucho más fuerte que un resfrío común). Esta tasa (beta) está multiplicada  $\frac{I}{N}$  por que es la probabilidad de que un susceptible tenga contacto con un infectado. Donde N es la población.

$$\beta \frac{I}{N}$$

Un infectado se puede recuperar a una tasa  $\gamma$ . Estos modelos asumen que el tiempo de permanencia en la clase I (el tiempo que permanece infeccioso) está distribuido exponencialmente. El modelo requiere de ecuaciones diferenciales mediante la cual se termina construyendo la expresión exponencial que representa a la cantidad de infectados. Esta es:

$$I(t) = I_0 \cdot e^{k \cdot t} \Rightarrow I(t) = I_0 \cdot e^{(\beta - \gamma) \cdot t}$$

La cantidad de infectados por mes depende así de los valores de  $R_0$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ; con  $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$ . Por ejemplo, si se habla de una tasa de contagio ( $R_0$ ) de 2,5; despejando los valores de beta y gama, al cabo de 30 días se tendrán 406 contagiados (Sureda y Rossi, 2022):

$$I_{(30)} = 1 \cdot e^{(0,20025) \cdot 30} \Rightarrow I_{(30)} = 406$$

Aún cuando no se espera que en secundaria se estudien cómo se construyen estos modelos epidemiológicos, si se pueden utilizar para realizar los cálculos; o aproximarse mediante exponenciales sencillas.

### 2.3. Aspectos metodológicos

Se realizaron entrevistas personales, semi-estructuradas a seis profesores de matemática, en torno a las siguientes cuestiones: el significado del concepto Función Exponencial, sus características, su enseñanza y su utilidad. Las entrevistas se grabaron en video y duraron aproximadamente 15 minutos con cada profesor. Luego se transcribieron y se obtuvieron alrededor de 120 episodios (E) por entrevista. El episodio cambiaba según si el turno de habla es del entrevistador o del profesor. Se tuvo también acceso a los documentos de clase de cada profesor. Esto nos permite comparar lo que dicen sobre la clase, con lo que efectivamente hacen en clase. Las características de los profesores se describen en

la tabla 1; donde (T) significa recibido en una institución Terciaria y (U) Universitario; mientras que (P) significa que enseña en escuelas Públicas y (PR) en Privada.

Tabla 1: Características de los seis profesores

P1	P2	P3	P4	P5	P6
Profesor recibido en T	Profesora recibida en T	Profesora recibida en T	Profesora recibida en T y U	Profesora recibida de U	Profesor recibido de T
41 años	54 años	55 años	43 años	28 años	34 años
16 años antigüedad	17 años de antigüedad	17 años de antigüedad	18 años de antigüedad	5 años de antigüedad	4 años de antigüedad
Enseña en escuelas P	Enseña en escuelas P	Enseña en escuelas P	Enseña en escuelas P y PR	Enseña en escuelas PR	Enseña en escuelas PR

## 2.4. Análisis de Datos y Resultados

Se analizan las respuestas de seis profesores de matemática en ejercicio, a las siguientes preguntas: ¿Sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19? ¿Hay algún modelo matemático que nos permita inferir cuántos contagiados habrá la próxima semana? ¿Me puede explicar cómo aumentan los casos de COVID19?

La tabla 2 contiene las transcripciones de la conversación con el profesor 1 relativa a esta pregunta.

Tabla 2: Respuesta del Profesor 1

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 1
E69	- ¿Sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19?	E70	- Eh...sí.
E71	- ¿Hay algún modelo matemático que nos permita inferir cuántos contagiados habrá la próxima semana? O ¿me puedes explicar cómo aumentan los casos de COVID?	E72	- Eh, un modelo matemático no. Lo que sí hay es proyecciones en función de ciertas condiciones que se tienen que dar, y que se mantengan esas condiciones, pero es muy variable.
E73	- Bien, bien. Y, eh...	E74	- O sea...

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 1
E75	- Sí.	E76	- Si fuera un modelo matemático viste que está el crecimiento, justamente se llama crecimiento exponencial, pero no siempre es exponencial y, eh, depende de qué características externas no, no se comporta de una manera matemática que responda a una sola función o una aproximación de una función.

Este profesor comienza respondiendo que sabe la forma en que aumentan los casos de COVID19 (E70), sin embargo en el episodio E72, él afirma que no hay un modelo matemático que permita modelizar este tipo de crecimientos, pues según qué características estuvieran involucradas, el aumento no sería necesariamente exponencial (E76). Esta respuesta evidencia dos cosas: por una parte, la ausencia de esquemas que le permitan predecir cómo será el aumento de los contagiados de COVID19. Por otra parte, sus esquemas disponibles, como profesor, respecto a la función exponencial y su utilidad no van más allá de la resolución de tareas escolares. Pues aún cuando afirma que socialmente se dice que el crecimiento responde a un modelo exponencial, él afirma que la forma en que aumenta la cantidad de contagiados de COVID19 no se comporta de una manera matemática que responda a una sola función. Los invariantes operatorios posibles de inferir de sus respuestas son: *La cantidad de casos de COVID se estiman mediante diferentes funciones (I.O1)*; *Los casos de COVID no se pueden estimar mediante una función exponencial (I.O2)*.

En la tabla 3 se muestran las transcripciones de la conversación con el profesor 2 relativa a esta pregunta.

Tabla 3: Respuesta del Profesor 2

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 2
E87	- ¿Sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19?	E88	- ¿Cómo aumentan?
E89	- Sí.	E90	- Claro ellos dicen en forma exponencial, jajá, ¿En la tele sale eso, no? Si, dicen eso, pero no, si fuese en forma exponencial... No, yo lo veo como... bueno en realidad no me puse a analizarlo, la verdad que me pasé las últimas dos semanas con el tema de que soy COVID positivo y me dio negativo el PCR, así que no, no vi de qué manera..., estoy al tanto de los números, de que ayer hubo como treinta y cinco mil y pico y qué sé yo, pero no lo analicé matemáticamente.

El profesor 2 comienza respondiendo que en los medios de comunicación, dicen que el modelo matemático que permite calcular la cantidad de contagiados de COVID19 es exponencial (E90); pero, aclara entre risas que él no lo considera así. Sin embargo, a medida que responde es posible advertir la formulación de diferentes esquemas (exponencial y no exponencial) y los invariantes operatorios que viven en ellos (*La cantidad de casos de COVID se estiman mediante una función exponencial* (I.O3); *Los casos de COVID no se pueden estimar mediante una función exponencial* (I.O2)) para terminar aceptando que no lo analizó matemáticamente. Esta respuesta muestra que aun cuando como profesor tiene todos los esquemas disponibles respecto a la función exponencial y su enseñanza (Podavini y Sureda; 2021), y reconoce haber escuchado en los medios de comunicación que el modelo es exponencial, este profesor no se tomó el tiempo para analizar matemáticamente la relación entre la función exponencial y la forma en que se estima el aumento en la cantidad de contagiados por COVID19.

La tabla 4 muestra las transcripciones de la conversación con el profesor 3, relativa a esta pregunta.

Tabla 4: Respuesta del Profesor 3

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 3
E93	- ¿Sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19?	E94	- No, te soy sincero, no.

Este profesor que responde que no sabe cómo aumentan los casos de COVID19 (E94), enseña la función exponencial en sus cursos de 4to y 5to año de la escuela secundaria técnica (Podavini y Sureda; 2021). Esta respuesta demuestra, al igual que en la respuesta del profesor anterior, que dicho profesor no solo no establece una relación entre la función exponencial y el COVID19; sino que tampoco se lo cuestiona.

La siguiente tabla (tabla 5), contiene las transcripciones de la conversación con el profesor 4 relativa a esta pregunta.

Tabla 5: Respuesta del Profesor 4

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 4
E47	- ¿Sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19?	E48	- Eh...actualmente no. El año pasado sí, lo trabajamos con los chicos, pero este año todavía no llegamos a función exponencial.

E49	- Bien, y ¿cómo la trabajaron el año pasado?	E50	- Trabajamos solamente en Argentina, no trabajamos a nivel mundial. Entonces ellos tuvieron que investigar en distintas fuentes, alguna páginas de internet que yo les dí, también podían buscar ellos por su cuenta en diarios, y una vez que se tenía toda esa información, se empezó a tabular. Luego, a partir de esa tabulación empezamos a hacer un análisis gráfico, de cómo se representaba, cómo iba creciendo y analizamos qué función se aproximaría a ese crecimiento. Pero este año no trabajamos nada con COVID.
E51	- Bien, y ¿a qué modelo llegaron?	E52	- A un modelo exponencial.

La respuesta del profesor 4, evidencia invariantes operatorios que establecen una relación entre la Función Exponencial (FE) y la forma de estimar los contagiados por COVID19 (E52): *La cantidad de casos de COVID se estiman mediante una función exponencial* (I.O3). De la conversación también es posible inferir que está interesado en una enseñanza mediante la resolución de problemas que tengan sentido para el estudiante (I.O4: *el sentido del concepto se construye a partir de los problemas que permite resolver*), pues de otra manera no se hubiera tomado el trabajo de preparar una tarea que no estaba todavía en los libros (E50). Finalmente, esto también se corresponde con sus invariantes operatorios relativos a la función exponencial: *Es una función cuyo: Aumento precipitado / Explosión numérica / Crecimiento es rápido* (I.O5) descritos en (Podavini y Sureda, 2021).

La siguiente tabla contiene las transcripciones de la conversación con el profesor 5, relativa a esta pregunta (tabla 6).

Tabla 6: Respuesta del Profesor 5

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 5
E7	- Bien. ¿Crees que es necesario enseñar la FE en la ES?	E8	- Sí.
E9	- ¿Por qué motivo?	E10	- Porque, justamente creo que de las funciones es la que más se aplica a distintos campos, como sea de economía, biología, y hoy por hoy, el COVID lo dejó en claro creo, por eso.
E11	- Bien, ya que me comentaste eso, digo, ¿sabes cómo aumentan los casos de covid19?	E12	- Los números no tengo idea, que aumentan exponencialmente lo sé.
E13	- Sí.	E14	- Pero, no sé los números.



Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 5
E15	-No, no, bien, bien, pero quería preguntarte si había justamente algún modelo matemático que...	E16	- Ah, sí, sí!
...		...	
E19	- Bien, ¿vos enseñás la FE en la escuela secundaria?	E20	-En realidad no, porque tengo 6°, pero este año sí, porque como el año pasado fue virtual no llegaron a darlo, entonces estoy dando exponencial en uno de los sextos, pero generalmente no lo doy.
E21	-Bien. ¿O sea que lo estás dando en sexto?	E22	-Ahora sí.
E23	-Bien. ¿Y cómo lo estás? eh... ¿Qué es lo estás dando y cómo lo das? O sea ¿Cómo lo enseñás y que estás dando de la función exponencial?	E24	-Bien, empiezo el tema con un problema de aplicación, que básicamente no sepan, o sea, no saben lo que es la función exponencial, por ejemplo no sé, lo pongo al ejemplo del COVID...
E25	-Bien.	E26	-Que una persona contagia a 2 y esas 2 personas contagian a otras 2, y lo que vamos haciendo es hacer la tabla, y que ellos vayan completando la tabla de valores. A partir de eso los intento guiar para tratar de llegar a una..., o sea por ahí pregunto: ¿Qué pasa si son 50 personas?... como que ya nos damos cuenta que no podés seguir haciendo toda esa cuenta, intento llevarlos a formar la fórmula que represente a esa situación, lo cual cuesta muchísimo, o sea no se dan cuenta muy rápido qué es lo que está pasando, algunos sí y el resto es como que está calculando. Pero siempre empiezo con problemas.
E27	-Bien.	E28	-Después estudio crecimiento, decrecimiento, comportamiento y después ya voy a lo formal...

A partir de la conversación con el profesor 5 es posible inferir un invariante operatorio que relaciona la FE y la forma en que se estima la cantidad de contagiados por COVID19: *La cantidad de casos de COVID se estiman mediante una función exponencial* (I.O3). También al afirmar que estudiar la función exponencial no solo sirve para resolver problemas de matemáticas, sino también para resolver problemas en otras áreas, y en la vida cotidiana (E10 y E12) permite inferir la presencia de I.O4 y de I.O5 (*el sentido del concepto se construye a partir de los problemas que permite resolver; Es una función cuyo: Aumento precipitado / Explosión numérica / Crecimiento es rápido*). Luego,

los E24 y E26 revelan que este profesor les propuso a sus estudiantes calcular numéricamente la cantidad de personas contagiadas para el caso en que cada uno contagiara otros 2; con el propósito de institucionalizar luego, la función exponencial. Si bien la expresión algebraica que el profesor formaliza con sus estudiantes es del tipo (E26), mientras que los modelos exponenciales que se utilizan son un poco más complejos, pues su construcción involucra derivadas parciales y ecuaciones diferenciales; la forma en que lo hace permite una primera aproximación, tanto para la comprensión del fenómeno social, como de la herramienta matemática en sí.

La última tabla contiene las transcripciones de la conversación con el profesor 6, relativa a esta pregunta.

Tabla 7: Respuesta del Profesor 6

Ep.	Investigador	Ep.	Profesor 2
E17	-Bien perfecto. ¿Qué enseña o enseñó de las funciones exponenciales en la escuela secundaria? Y ¿cómo lo enseñó?	E18	-Enseño la ecuación con situaciones problemáticas. El gráfico: cómo analizar un gráfico, las características del gráfico, dependiendo de los coeficientes, qué cosas pueden suceder y qué no en cada gráfico ¿sí?, también utilizando graficadores como el GeoGebra.
E19	-Bien, y ¿Qué tipo de situaciones?	E20	-Situaciones como por ejemplo, lo que estamos viviendo ahora del COVID, eh, otros problemas, que saco de algunas fotocopias que me dan los docentes que suplanto; porque yo estoy dando en ciclo básico, y suplanto a docentes que están en ciclo superior, así que...
E21	-Bien.	E22	-Esas situaciones problemáticas.
...		...	
E31	-Bien, y vos me estuviste hablando recién de la situación problemática de lo de...la situación actual, ¿sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19?	E32	-Exponencialmente sí. Por medio de los contagios crece rápidamente.

La respuesta que el profesor 6 da a la pregunta: ¿qué tipos de situaciones problemáticas les proponía a sus alumnos para la enseñanza de la función exponencial? en el E20 al expresar que “les propone situaciones como las que la sociedad vive actualmente respecto a los casos de contagio de COVID19”, permite inferir los siguientes invariantes operatorios: *La cantidad de casos de COVID se estiman mediante una función exponencial* (I.O3); *el sentido del concepto se construye a partir de los problemas que permite resolver* (I.O4). Luego, al preguntarle cómo se calcula el aumento de casos de contagios de COVID19, responde que aumentan rápidamente, exponencialmente (E32). Esta respuesta evidencia esquemas específicos de variación exponencial respecto a la rapidez en

que los casos aumentan: *Es una función cuyo: Aumento precipitado / Explosión numérica / Crecimiento es rápido* (I.O5).

### 3. CONCLUSIONES

El análisis de las respuestas de seis profesores de matemática en ejercicio, que enseñan la función exponencial (FE) en la escuela secundaria, respecto a las preguntas: ¿sabe usted cómo aumentan los casos de COVID19?, ¿hay algún modelo matemático que nos permita inferir cuántos contagiados habrá la próxima semana?, ¿me puede explicar cómo aumentan los casos de COVID19? permite inferir que tres de ellos no cuentan con invariantes operatorios que les permitan vincular la forma en que se estiman la cantidad de contagiados por COVID19 y la función exponencial, aún cuando se habla masivamente en los medios de que el modelo es exponencial. La edad de ellos (41; 54 y 55 años), hace suponer una formación terciaria más centrada en la matemática, que en su utilidad (más común en las formaciones actuales). En contraposición con esto, los tres profesores en los que fue posible inferir invariantes operatorios que vinculan la FE con la forma de estimar la cantidad de contagiados, son profesores más jóvenes (28 y 34 años), o con amplia formación posterior en Enseñanza (dos Licenciaturas, una tecnicatura y un Magíster).

La variación exponencial en general, y la función exponencial en particular, se destaca por ser la única que aún cuando su crecimiento puede comenzar siendo lento, llega un momento en que “explota” y comienza a ser muy rápido. Comprender esto empieza a ser cada vez más imprescindible para cada ciudadano debido a la incidencia que estas variaciones tienen en la vida actual. Por ejemplo, cualquier persona que accede a una tarjeta de crédito, o préstamo, tiene que poder entender de antemano que este tipo de variaciones son las que rigen la forma en que aumenta la deuda de la tarjeta de crédito (o préstamo) cuando se paga el mínimo, o no se paga. Pues no es lo mismo creer que aumentará de la forma: 2, 4, 6, 8, 10, etc.; que entender que lo hará por ejemplo, de la forma: 2, 4, 8, 16, 32, etc. De la misma forma, no es lo mismo pensar que si tengo COVID19 puedo infectar una persona, y está a una más y así; que realizar los cálculos y entender que, si contagio dos personas, y ellos a su vez contagian otros dos cada uno y así cada vez, habrá un momento en que el aumento será muy veloz. Si cómo Chevallier (2017) nos ocupa enseñar matemática no solo para quienes la necesitaran en estudios superiores, sino también para esa parte de la población que quizás nunca vuelva a estudiar matemáticas, entonces brindarles este tipo de herramientas en la escuela secundaria se torna en un saber muy valioso para la toma de decisiones importantes como calcular previamente si podrá o no, pagar un préstamo, o si tomará medidas de aislamiento si tiene COVID19. Sobre todo, porque son variaciones que sólo se aprenden mediante enseñanza formal (Sureda y Otero, 2013).

#### 4. REFERENCIAS

- Alvarado, A. (2009). *Estudio y clasificación de funciones reales*. (Trabajo de ascenso). UPEL-IPM, Venezuela.
- Niss, M., Blum, W. & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. En: Blum, Werner Etál. (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York: Springer, 3-32.
- Ortiz, J. (2002). *Modelización y calculadora gráfica en la enseñanza del álgebra. Estudio evaluativo de un programa de formación*. (Doctorado en Educación Matemática). Granada: Universidad de Granada.
- Otero, R., Fanaro, A., Sureda, P., Llanos, V. y Arlego, M. (2014). *La teoría de los campos conceptuales y la conceptualización en el aula de matemática y física*. Buenos Aires: Dunken.
- Pliego, E. C. (2011). *Modelos Epidemiológicos de Enfermedades Virales Infecciosas*. [Tesis de licenciatura]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/matematicas/EmileneCarmelitaPliegoPliego.pdf>
- Podavini, J. y Sureda, P. (2021). La enseñanza de la Función Exponencial en la Escuela Secundaria: Los profesores. Un estudio de caso. En Álvarez, M., Carnelli, G., Díaz, L., Espinoza, F., Fórmica, A. y Scaglia, S. (Eds.) *Noticiero de la Unión Matemática Argentina*, 56 (2).
- Rodríguez, R. (2015) Enseñanza y aprendizaje de matemáticas a través de la modelación desde y para la formación de ingenieros. En: Arrieta, J. Y Díaz, L. (Eds.) *Investigaciones latinoamericanas en modelación matemática (163-194)*. México: Gedisa.
- Sanchez, C. y García, A. (2020). Modelización matemática y Geogebra en el estudio de la función exponencial usando el número de casos positivos del covid-19. *Visión Educativa IUNAES*, 31(14), 156-163.
- Sureda, P. y Rossi, L. (2022). Enseñanza de Ecuaciones Diferenciales en el nivel terciario mediante un REI relativo a los contagios de COVID-19. Aceptado para su presentación en el CITAD7: *7th International Conference on the Anthropological Theory of the Didactic*. 19-23 Jun 2022 Bellaterra, Barcelona (Spain).
- Sureda, P. y Otero, R. (2013). Un estudio sobre el proceso de conceptualización de la función exponencial. *Revista Educación Matemática*, 25 (2), 89-118.
- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2(10), 133-170.
- Vergnaud, G. (2009). The Theory of Conceptual Fields. *Human Development*, 52, 83–94.
- Vergnaud, G. (2013). ¿Por qué la Teoría de los Campos Conceptuales? *Infancia y Aprendizaje*, 36, 131-161.