Eco matemático ISSN: 1794-8231 (Impreso), E-ISSN: 2462-8794 (En línea) Volumen 14 (1) Enero-Junio de 2023, páginas 34-42

Eco Matemático
Scientific Journal of Matematics

Símbolos Matemáticos y Sumas Térmicas

Mathematical Symbols and Thermal Sums

María Alejandra Cañibano[a], María José Aleandro[b], Rodolfo Eliseo D´Andrea[c]

[a]Ms. Sc. en Investigación Biológica Aplicada en Cs. Agropecuarias, mac@faa.unicen.edu.ar, https://orcid.org/0000-0002-5880-3821, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Azul, Argentina

[b]Doctora en Matemáticas, mjaleandro@azul.faa.unicen.edu.ar, https://orcid.org/0000-0002-4313-3220, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Azul, Argentina

[c]Doctor en Didáctica de la Matemática, rodolfoedandrea@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8672-1567, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Pontificia Universidad Católica, Rosario, Argentina

Forma de citar: Cañibano, M. A. Aleandro, M.J., D´Andrea, R.E ., (2023). Símbolos Matemáticos y Sumas Térmicas. *Eco Matemático*, 14(1), 34-42. https://doi.org/10.22463/17948231.3515

Recepción: 18 de Agosto de 2022
Aprobación: 20 de Diciembre de 2022

Palabras clave

Sumatoria,
Subíndices,
Clima,
Sumas Térmicas,
Agronomía.

Resumen: En este trabajo se presenta una propuesta didáctica que brinda al estudiante de la carrera de Agronomía la oportunidad de hacer uso del símbolo sumatoria (Σ), símbolo utilizado en Matemática para denotar sumas generalizadas. Se desarrollan algunas propuestas didácticas sobre problemas matemáticos aplicados a la Agronomía relacionados con aspectos del clima, que involucran la utilización del símbolo mencionado. En el trabajo se presentan algunas situaciones didácticas para que el estudiante tenga la oportunidad de apropiarse del símbolo sumatoria y paralelamente pueda observar algunas aplicaciones prácticas en problemáticas de naturaleza agronómica. Se busca con problemas simples y de aplicación directa que los alumnos se familiaricen con el uso del símbolo sumatoria y con la notación correspondiente a las variables donde aparecen subíndices. Por otro lado, se hace notar que no siempre se cuenta con contenidos al inicio de la carrera, que permitan el desarrollo y adaptación de estructuras matemáticas abstractas para su comprensión.

*Autor para correspondencia mac@faa.unicen.edu.ar

Doi: **https://doi.org/10.22463/17948231.3515**

Keywords

Summation Symbol ,
Subscripts,
Climate,
Thermal Sums,
Agronomy.

Abstract: This paper presents a didactic proposal that gives the student the opportunity to make use of the summation symbol (Σ), a symbol used in Mathematics to denote generalized sums. Some didactic proposals are developed on mathematical problems applied to Agronomy related to climate aspects, which involve the use of the mentioned symbol. In the work, some didactic situations are presented so that the student has the opportunity to appropriate the summation symbol and at the same time can observe some practical applications in problems of an agronomic nature. With simple problems and direct application, the aim is for students to become familiar with the use of the summation symbol and with the notation corresponding to the variables where subscripts appear. On the other hand, it is noted that there is not always content at the beginning of the degree that allows the development and adaptation of abstract mathematical structures for understanding.

Introducción

Para resolver un problema matemático es necesario comprender el enunciado para luego poder convertir la información que este presenta. De esta manera se logra pasar de la descripción del objeto matemático a una escritura simbólica que relaciona sus partes de manera literal o numérica dicho de otra forma, a un modelo matemático del planteamiento inicial. Aunque el estudiante reconozca los elementos de cada parte, no siempre la tarea de trasponer el registro de entrada en el de salida resulta fácil, el alumno no puede realizar una conversión exitosa entre registros (Sastre Vázquez et al, 2008).

Precisamente, Radford (1997) sostiene que, pensando a la Matemática como una manifestación semiótica, se puede considerar que la simbolización de los objetos matemáticos es responsable de la instauración de representaciones sintácticas y semánticas. Consecuentemente, el lenguaje simbólico, podría considerarse equivalente al lenguaje coloquial que utiliza la persona humana para comunicarse. Asimismo, los estudiantes no pueden llegar a la consecución de esa equivalencia, generándose dificultades en la comprensión de las estructuras conceptuales matemáticas, sus relaciones y aplicación a la resolución de problemas.

Muchos de los errores cometidos por los estudiantes se deben a una utilización errónea de los símbolos y términos matemáticos, lo que consecuentemente conduce a un inadecuado aprendizaje del lenguaje matemático. Booth (1984) señala entre los obstáculos presentados por los estudiantes, aquellos atribuidos a la naturaleza y significación de los símbolos. Los símbolos constituyen una herramienta que expresa y conduce el proceso de abstracción. La comprensión del significado de los símbolos y su manipulación les permitirá realizar, en la etapa correspondiente, una adecuada transición desde la aritmética al álgebra.

La letra griega sigma mayúscula Σ es un signo que permite simplificar una suma. De dos investigaciones realizadas por Sastre Vazquez y D´Andrea (2011) y Sastre-Vazquez et al (2013) surgió que entre los estudiantes ingresantes a la universidad, el símbolo Σ se encuentra entre los menos conocidos por los estudiantes y sobre el cual no fueron capaces de dar una interpretación siendo respectivamente los porcentajes: 77, 5% en 2011 y 88% en 2013.

Berger (2004) afirma que la utilización y manipulación consciente de los signos, posibilita la construcción de significados. Esta utilización y manipulación de los signos se manifiesta a través de diferentes clases de actividades, entre ellas, la comprensión y aplicación de algoritmos, resolución de problemas y el reconocimiento y representación de generalizaciones.

Radford (2000) al estudiar la forma en que los estudiantes utilizan los símbolos y les confieren significados al realizar tareas de generalización, sostiene que el trabajo cognitivo no está solamente vinculado a la utilización de los signos, sino que consecuentemente está influenciado notablemente por el uso que estos hacen de los mismos.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar una propuesta didáctica donde el estudiante tenga la oportunidad de apropiarse del símbolo sumatoria y paralelamente pueda observar algunas aplicaciones prácticas a problemas de naturaleza agronómica.

Se desarrolla un problema de la Agronomía relacionado con aspectos del clima (sumas térmicas) y con los cereales. Las tareas presentadas pretenden posibilitar al estudiante el uso reiterado del símbolo sumatoria, a través de la aplicación práctica a un problema de naturaleza agronómica.

Conceptos matemáticos básicos

La letra griega sigma mayúscula, cuyo símbolo es $\sum$, se denomina sumatoria y se utiliza para simplificar sumas de varios términos finitos, cuando se utiliza el símbolo para expresar series numéricas o funcionales. Por ejemplo, si se quieren sumar los números naturales pares entre el 1 y el 11, utilizando este símbolo, puede escribirse:

$$2+4+6+8+10=\sum_{i=1}^{5} 2i \quad con \quad i \in N \qquad (1)$$

En forma general, una suma finita puede expresarse del modo siguiente:

$$x_1+x_2+\cdots+x_n=\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (2)$$

Esto se lee: "*sumatoria de x sub i, con i variando desde 1 hasta n* ". La variable i es la que se le asigna cierto valor inicial que puede diferir, en algunos casos, de la unidad. Esta variable toma valores en los números naturales hasta alcanzar el valor n que representa las sumas finitas. Debe destacarse que el índice i puede ser cualquier letra minúscula del alfabeto castellano.

En virtud de lo expuesto, se evidencia que el símbolo sumatoria permite llevar a cabo la simplificación de sumas discretas.

El símbolo sumatoria es un operador lineal por lo que satisface la propiedad de linealidad (3):

$$\sum_{i=1}^{n}(\alpha a_i+\beta b_i)=\alpha\sum_{i=1}^{n} a_i+\beta\sum_{i=}^{n} b_i \qquad \text{Siempre que } \alpha,\beta \neq 0 \qquad (3)$$

Que surge de las propiedades (4) y (5) de:

1. Homogeneidad:

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha\cdot a_i=\alpha\sum_{i=1}^{n} a_i \qquad \text{Siempre que } \alpha\neq 0 \quad (4)$$

2. Aditividad:

$$\sum_{i=1}^{n}(a_i+b_i)=\sum_{i=1}^{n} a_i+\sum_{i=1}^{n} b_i \qquad (5)$$

Aunque goza de varias propiedades, además de las expuestas, a continuación, se escriben algunas, (6) y (7), que hacen al desarrollo de este trabajo:

3. Sumatoria de la unidad, *n* veces:

$$\sum_{i=1}^{n} 1=1+1+1+\cdots+1=n \quad (6)$$

4. Sumatoria de una constante no nula n - veces:

$$\sum_{i=1}^{n} c=c\sum_{i=1}^{n} 1=c\cdot(n\cdot 1)=c\cdot n \qquad \text{Siempre que } c\neq 0 \quad (7)$$

Si la variable cuyos valores se desea sumar depende de dos o más índices se utilizan sumatorias dobles, triples, etc. según sea el caso, pero no se expondrán acá ya que no es necesaria su explicación para el desarrollo de este trabajo.

A modo de aplicación se presentan dos propuestas didácticas donde se involucra el uso del símbolo sumatoria.

Ejemplo 1: En la Tabla I se presentan las temperaturas medias, máxima y mínima para los meses de los años 2018 y 2019 en determinada ciudad. Con estos datos calcular:

a) La temperatura media para la primavera del año 2018 y compararla con la que corresponde a la primavera del año 2019 (septiembre a diciembre).

b) Escribir con el símbolo de sumatoria ambos cálculos, indicando cuales son los valores de los índices de la sumatoria. Utilizar la variable x con un subíndice que represente a los meses y otro que represente a los años.

Tabla I. Temperaturas máximas, medias y mínimas para los años 2018 y 2019

Mes	2018			2019		
	Temperatura Media	Tº Máxima media	Tº Mínima media	Temperatura Media	Tº Máxima media	Tº Mínima media
Enero	25,6	31,4	20,8	24,9	29,3	20,7
Febrero	24,9	30,4	20,3	24,2	29,1	19,2
Marzo	22,0	27,9	17,1	21,0	25,6	16,8
Abril	21,4	25,7	18,6	19,3	24,3	15,0
Mayo	16,1	20,3	13,2	15,8	20,1	12,0
Junio	10,6	15,7	6,9	14,5	17,8	11,3
Julio	10,5	13,5	8,0	11,7	15,9	11,7
Agosto	12,3	17,0	8,0	12,6	17,1	8,6
Septiembre	17,4	21,5	13,8	15,3	20,4	10,4
Octubre	18,0	22,4	13,2	17,8	22,0	13,0
Noviembre	21,6	26,3	16,7	22,9	27,8	17,6
Diciembre	22,6	27,4	17,6	24,0	29,5	18,0

Fuente: Cátedra de Agrometereología – FAA. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Ejemplo 2: Dado el gráfico que se presenta a continuación (Gráfico 1), disponer los datos en una tabla en la cual para cada día se indiquen temperaturas máxima, mínima y media para una determinada localidad, durante el mes de noviembre del año 2021.

Cada valor se notará como un x_{ijk}, donde i está indicando cada día del mes por consiguiente en la sumatoria este valor varia desde $i = 1$ hasta $n = 30$. El subindice j indica que temperatura se esta considerando, la cual puede ser: maxima (1), minima (2) o media(3), con lo cual j varia desde $j = 1$ a $j = 3$. Por último el subindice k indica el mes del año que se está considerando, por lo tanto, si se considera la temperatura anual, k varía ente 1 y 12.

Por ejemplo la medicion$x_{15,3,11}$ indica que se trata de la temperatura media del día 15 de noviembre. Se podria aún agregar un subíndice que indicara el año.

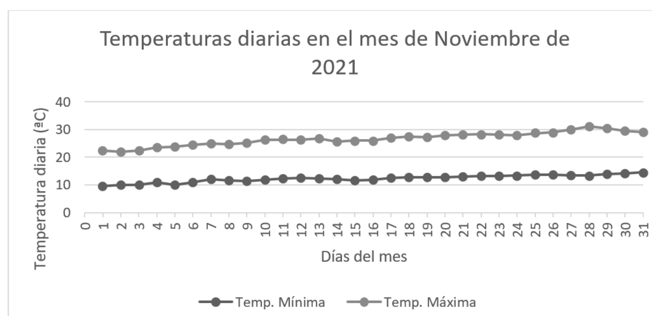

Gráfico 1: Temperaturas diarias para el mes de Noviembre de 2021

Conceptos agronómicos básicos

Los factores abióticos inciden en casi todos los procesos biológicos. Entre ellos se destaca el rol de la temperatura en el desarrollo de las especies vegetales. La biomasa acumulada difiere en cada fase del crecimiento y no es la misma biomasa la que se acumula en distintas estaciones del año; la acumulación de biomasa se relaciona preferentemente con la temperatura. Así, la temperatura del aire facilita el aumento de la masa vegetal (Salazar-Gutierrez et al, 2013).

La duración de los cultivos depende de la ubicación geográfica y también varía con los años y la época de sembrado. Por estas razones, el tiempo calendario no es muy útil para explicar la cantidad de materia acumulada en las plantas.

Muchos eventos de desarrollo de las plantas están supeditados a la acumulación de cantidades específicas de calor. Cada etapa del desarrollo de una especie requiere acumular cierta cantidad de temperatura para llegar a término y que la planta pueda pasar a la siguiente etapa. Esto permite predecir cuándo los eventos deben ocurrir durante un período de crecimiento sin tener en cuenta las diferencias en las temperaturas de año en año (Rawson & Macpherson, 2001). Para estos autores, al sumar la temperatura media diaria desde el momento en que la planta emerge (germina) hasta que detiene su crecimiento (madurez), la sumatoria dará siempre el mismo valor independientemente de donde esté ubicado el cultivo o el año que se considere.

Para cada especie vegetal, este valor recibe el nombre de *Constante Térmica pero también se la conoce como Suma de Unidades de Crecimiento, Sumatoria de Temperaturas, Sumatoria de Unidades Calóricas, Sumatoria de Grados-Día*. Es importante decir que esta suma puede calcularse para distintos subperiodos (Gastiazoro Blettler, s.f.)

Respecto a los estados fenológicos de la planta pueden dividirse, en forma general, en dos etapas: vegetativa y reproductiva y ambos casos se completan cuando la planta acumuló una temperatura determinada. Cuanto antes acumule esa temperatura, la planta completará cada una de las etapas. Por lo tanto, es importante conocer cuál ha sido la acumulación térmica en determinados periodos. (Parra-Coronado et al, 2015)

Por ejemplo, el trigo necesita retener aproximadamente 2000ºC para conseguir la madurez desde el momento en que se siembra. Es decir, para conocer la fecha en la cual un trigo, sembrado en una determinada zona y día alcanzara su madurez, se deberían sumar las temperaturas diarias hasta llegar a los 2000ºC requeridos por la planta. Es claro que cuanto más calor se registre diariamente, más rápido se arribará a la madurez, o sea el ciclo será más corto (IRiego, s.f.).

Es necesario, además, introducir otro término más, el umbral térmico (superior e inferior). Se dijo que cada especie prospera en un intervalo de temperaturas en función de su acomodación a las condiciones climáticas, por lo tanto, cada especie, pero también familia, género o variedad, tendrán singularidades en cuanto al rango de temperatura de desarrollo (Agromática, s.f).

El umbral térmico inferior también denominado temperatura base o temperatura cero de crecimiento es la temperatura por debajo de la cual la planta deja de crecer completamente. Al realizar el cálculo de la suma térmica toda temperatura que se halle por debajo de la temperatura base no se considera para el desarrollo de la especie. De la misma manera el umbral superior es la temperatura por encima de la cual la planta no se desarrolla o lo hace en forma muy lenta. Al igual que en el caso anterior, las temperaturas por encima de este umbral, no se deben tener en cuenta para el cálculo de la suma térmica. Resumiendo, es claro que el crecimiento de las plantas se produce cuando las temperaturas se encuentran dentro de los umbrales máximo y mínimo. También es claro que, para las distintas plantas, la velocidad del crecimiento no es la misma para todas las temperaturas y que esta se encuentra influenciada también por otros factores: la nutrición del suelo, la disponibilidad de agua del suelo, la radiación, etc.

Uso del símbolo sumatoria: aplicaciones matemáticas a situaciones agronómicas

1) Suma térmica con un cálculo lineal aproximado para la lechuga (Lactuca sativa L.)

Se sabe que la lechuga (*Lactuca sativa L.*) tiene como umbral inferior 6ºC ($u = 6$) y como umbral superior aproximadamente 30ºC (Agromática, s.f.). Para determinar la temperatura de crecimiento que necesita la misma, se debe sustraer a la temperatura media diaria el valor de 6ºC. En la tabla (extraído de Agromática, s.f.), se muestran las temperaturas medias diarias durante una semana.

Días	1	2	3	4	5	6	7
Temperatura media	8	5	7	10	11	12	16

Restando los 6ºC del umbral inferior, resulta:

Días	i	1	2	3	4	5	6	7
Temperatura media	x_i	8	5	7	10	11	12	16
Tm -Umbral Mínimo	$x_i - u$	2	-1	1	4	5	6	10

En términos de sumatoria:

$$\sum_{i=1}^{i=7}(x_i - u) = (x_1 - 6) + (x_2 - 6) + \cdots + (x_7 - 6) =$$

$$= (8 - 6) + (6 - 6) + \cdots + (16 - 6) = 27$$

Por tanto, el resultado serán 27ºC grados día acumulados. Si en algún día se obtiene un *registro negativo,* el valor no se tiene en cuenta en las sumas de grados.

Para este método de cálculo, con las temperaturas medias diarias únicamente, alcanza con utilizar el umbral inferior y en otros casos y a los fines de conseguir una mayor precisión se utilizan ambos umbrales. Este método es utilizado para muchos cultivos de hoja o para frutales, para calcular la fecha de maduración (Agromática, s.f).

Resumiendo, el cálculo de las sumas térmicas es una herramienta práctica muy útil en la agronomía. Conociendo las sumas térmicas es posible realizar algunas predicciones, tales como:

1. Fecha aproximada de siembra y cosecha de un cultivo.

2. Fecha aproximada de floración de frutales.

3. Cálculo de la aparición de plagas y enfermedades en detrimento de la salud de los cultivos

2) *Cálculo de la suma térmica*

La suma térmica proporciona un parámetro de medida de la cantidad de calor disponible, para que determinada especie vegetal desarrolle y madure. Si a partir de la germinación de un cultivo se suman las temperaturas medias de cada día hasta el momento en que el mismo ha madurado, se tendrá que la suma total siempre es igual. Si $\bar{x}_k$ representa las temperaturas medias diarias y x_c es la temperatura cero vital de crecimiento, una forma sencilla para su cálculo es la siguiente:

$$\text{Suma Térmica} = ST = \sum_{k=dia\ siembra}^{n=dia\ maduración} (\bar{x}_k - x_c) \qquad (8)$$

Donde $\bar{x}_k \geq x_c$

Por ejemplo, la *temperatura media* para diciembre, k =12, se calcula sumando todas las *temperaturas de cada hora* en los 31 días de diciembre y dividiendo por el total de las 24 horas de todos los 31 días, es decir es decir por 744. En este caso $\bar{x}_i$ representa la temperatura media de cada hora en cada día de diciembre. Es decir, i varía desde 1 hasta 744, ya que se tiene un valor por cada hora del mes.

$$\bar{x}_{12} = \frac{1}{744}\sum_{i=1}^{n=744} \bar{x}_i$$

Si no se dispone de las *temperaturas diarias*, o sea no se tiene la temperatura de cada hora de todos los días de diciembre, pueden usarse las t*emperaturas medias de cada día de diciembre* (promedio de las temperaturas del día). En este caso i varía desde 1 hasta 31 que son los días que tiene de diciembre. Entonces, la temperatura media del mes de diciembre puede expresarse como sigue abajo, donde la variable ($\bar{x}_i$) en este caso representa las temperaturas medias de cada día de diciembre:

$$\bar{x}_{12} = \frac{1}{31}\sum_{i=1}^{n=31} \bar{x}_i$$

En general, para representar una media de cualquier mes, desde enero (*k*=1) hasta diciembre (*k*=12) con i que varía desde *i*=1 hasta *i*=31 puede escribirse:

$$\bar{x}_k = x_1 + x_2 + \cdots + x_n = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \bar{x}_i$$

Dadas las tablas de sumas térmicas para algunas regiones y cultivos, a partir de ellas pueden estimarse la cantidad de días que se necesitan para que la planta alcance la madurez.

Volviendo al ejemplo que se propone, una forma sencilla para realizar el cálculo aproximado de una suma térmica con la formula (8) es la siguiente.

Se supone que se sembró maíz, el 25 de octubre en una zona donde la temperatura media es de 26°C y sabiendo que el maíz , necesita según Alvarez García M, (s.f):

1) 197ºC de suma de temperaturas para nacer desde su siembra.

2) 2703ºC de sumas de temperaturas desde su siembra para ser recolectado.

3) Tc: 8ºC es la temperatura inicial de crecimiento, para el maíz.

Con los datos dados encontrar de forma aproximada:

1) Fecha para la cual, el maíz nace.

2) Fecha para la cual, el maíz se cosecha.

El cálculo de los días para que la planta emerja se realiza mediante la expresión de suma térmica:

$$\text{Suma Termica} = \sum_{k=dia\ siembra}^{n=dia\ nascencia} (\bar{x}_k - x_c)\ donde\ \ \bar{x}_k \geq 8$$

Esta suma, para el primer caso debe valer 197. Además, haciendo una aproximación, podemos suponer que la temperatura media fue en todos los días desde la siembra hasta la emergencia, de 26ºC. Por lo cual según la formula anterior se estaría sumando la resta (26-8) tantas veces como días hay entre ambos periodos.

$$197 = \sum_{k=dia\ siembra}^{n=dia\ nascencia} (26-8)\ donde\ \ \bar{x}_k \geq 8$$

$$197 = 18 * \ dias\ nascencia$$

$$\frac{197}{18} = dias\ nascencia = 11$$

Es decir que el maíz nacería aproximadamente sobre el 5 de noviembre, que son 11 días después de la siembra el día 25 de octubre.

De forma análoga se realiza el segundo cálculo de los días en que se cosecharía. En este caso resulta: 2703=(26-8)·*días de recolección*, entonces:

$$2703 = \sum_{k=dia\ siembra}^{n=dia\ nascencia} (26-8)\ donde\ \ \overline{x}_k \geq 8$$

$$2703 = 18 * dias\ de\ recolección$$

$$dias\ de\ recolección = \frac{2703}{18} = 150{,}16$$

Es decir que se recolectaría el maíz aproximadamente 150 días después de sembrado o sea el 24 de marzo del año siguiente. En definitiva, considerando un año climatológicamente normal, a partir de calcular las sumas térmicas, será posible estimar la fecha de emergencia y de cosecha del cultivo, mediante la utilización de las temperaturas medias de periodos anteriores y la fecha en que el mismo fue sembrado.

Conclusiones

Predecir las fases de desarrollo de algunos vegetales es posible a través del cálculo de sumas térmicas, lo cual ofrece una excelente oportunidad para presentar a los estudiantes una situación donde pueden emplear el símbolo de sumatoria.

El estudiante actual tiene una visión muy pragmática y se niega cada día más a aprender contenidos porque si o porque son cadenas argumentativas abstractas, pero necesarias para llegar a otras más complejas donde quizás sí, sea factible una mínima aplicación específica a la carrera.

Las propuestas didácticas presentadas son algunos de los muchos ejemplos que pueden presentarse utilizando una estructura conceptual específica de la agronomía, la de suma térmica en cultivos y la involucración del símbolo sumatoria. En general, este tipo de accionar es el ideal para estudiantes que utilizan a la Matemática como una herramienta.

La presentación de estructuras conceptuales abstractas sin la mínima muestra de su aplicabilidad, es un paradigma que tiende a desaparecer y que los mismos estudiantes tienden a rechazar ante su incomprensión, traducida usualmente en el bajo rendimiento en exámenes.

Asimismo, debe destacarse que no siempre es factible presentar aplicaciones prácticas de cada estructura conceptual presentada en Matemática. Esto es porque muchas veces la aplicación es difícil de comprender, porque determinado contenido está presente a partir de la mitad de la carrera de grado escogida por el estudiante o al final, resultando así más complejo explicar la aplicación de la nueva estructura matemática, con lo que a veces queda expuesta de forma abstracta.

Referencias

Agromática (s.f.). *Integral Térmica, ¿qué tiene que ver con la agricultura?* . https://www.agromatica.es/integral-termica/

Alvarez García M. (s.f.). *Modelo de Integral Térmica.* https://www.iriego.es/blog/noticias-2/post/modelo-de-integral-termica-208

Berger M. (2004). The functional use of a mathematical sign. *Educational Studies in Mathematics,* 55, 81-102.Booth L.R., *Algebra: children's strategies and errors.* Windsor: NFER-Nelson.

Gastiazzoro Bletter J. (s.f.) Influencia del Clima sobre las Plantas. *Elementos bioclimáticos para el crecimiento.* Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Influenciadelclimasobrelasplantas.pdf

IRiego, (s.f.). *Integral térmica en el trigo y la soja.* https://www.iriego.es/blog/noticias-2/post/integral-termica-en-el-trigo-y-la-soja-53

Parra Coronado A., Fischer G., Chaves Córdoba B. (2015). Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). *Acta Biológica Colombiana*. 20(1), 163-173.

Radford L. (1997). On Psychology, Historical Epistemology and the Teaching of Mathematics: Towards a Socio-Cultural History of Mathematics, *Forthe Learning of Mathematics*, 17 (1), 26-33

Radford L. (2000). Signs and meanings in students' emergent algebraic thinking: a semiotic analysis. *Educational Studies in Mathematics*, 42. 237-268

Rawson M., Macpherson H. (2001). *Trigo regado. Manejo de cultivo.* FAO. https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s0b.htm

Salazar-Gutierrez, J. Johnson, B. Chaves-Córdoba, G. (2013), Relación de la temperatura base con el desarrollo del trigo de invierno. *Revista Internacional de Producción Vegetal*, 7 (4), 741-762.

Sastre Vázquez, P. y D´Andrea, R.E. (2011). Análisis del lenguaje matemático en estudiantes ingresantes a Carreras de Ingeniería. *Anales del XVI EMCI Nacional y VIII Internacional*. http://emci.edu.ar/anales-de-encuentros/#2011

Sastre Vázquez, P., Boubee C., Rey G., Delorenzi O. (2008). La comprensión: proceso lingüístico y matemático. *Revista Iberoamericana de Educación,* 46 (8), 1-9

Sastre-Vazquez,P. , D'Andrea R., Villacampa, Y. Navarro-Gonzalez,F.J. (2013). Do first-year University students understand the language of Mathematics? *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 93, 1658-1662.