

Los conocimientos previos matemáticos en otras ciencias: caso de la irradiancia solar en agrometeorología

Alejandra Cañibano

Adriana Confalone

Facultad de Agronomía. UNCPBA. Argentina

Resumen: *Este trabajo posee un carácter propositivo, en él se muestra una aplicación directa de la matemática a un concepto clave de las ciencias agropecuarias y muchas otras como es la radiación solar. Mediante el mismo se entrelazan dos componentes del aprendizaje significativo: los conocimientos previos y la nueva información. El trabajo muestra ejemplos concretos, la revisión de conceptos geométricos y trigonométricos aplicados a la irradiancia solar, entendiendo por tal la magnitud que mide la energía por unidad de área de radiación solar incidente en una superficie colocada en un lugar y rango de tiempo bien especificados.*

Palabras Claves: *Aprendizaje Significativo- Geometría- Trigonometría- Radiación solar*

Previous mathematical knowledge in other sciences: case of solar irradiance in agrometeorology

Abstract: *This work has a proactive character, it shows a direct application of mathematics to a key concept of agricultural sciences and many others such as solar radiation. Through it, two components of meaningful learning are intertwined: prior knowledge and new information. The work shows concrete examples, the review of geometric and trigonometric concepts applied to solar irradiance, understanding as such the magnitude that measures the energy per unit area of solar radiation incident on a surface placed in a well specified place and time range.*

Keywords: *Significant learning- Geometry- Trigonometry- Solar radiation*

INTRODUCCIÓN

Agrometeorología es una asignatura presente en la casi totalidad de los planes de estudios de carreras de Ingeniería Agronómica, Forestales y Afines, en este caso de Argentina. Se suele ubicar entre el segundo y tercer año de estudios y tiene en líneas generales una duración cuatrimestral. En dicha asignatura, se hace necesario estimar procesos matemáticos y físicos para interpretar la interacción de los procesos atmosféricos y biológicos, los cuales se pueden automatizar haciendo énfasis en el análisis de los mismos (Bombelli *et al.*, 2009). Para estudiar las relaciones entre el tiempo atmosférico, el clima y el rendimiento en sistemas espacio-temporales se hace uso de modelos matemáticos que intentan reproducir la realidad para comprender, analizar y predecir que sucede cuando las variables cambian la respuesta del sistema. Las ciencias básicas como la matemática brindan las herramientas para resolver estas problemáticas; para arribar a conclusiones certeras los alumnos y también los profesionales, deben conocer matemática, no tanto en su sentido abstracto sino en las alternativas que sirven de instrumento para resolver distintos casos.

Para lograr que la herramienta matemática tenga un carácter propositivo se debe buscar la manera que más se adapte a una realidad determinada, pensando y analizando las variables y los potenciales resultados. La matemática debe generar soluciones a los problemas y dar alternativas para que el alumno pueda actuar libremente.

Y además, se manifiesta el concepto de *Aprendizaje Significativo* que surge de la interacción de dos elementos: los conocimientos previos y la nueva información. Las ideas previas complementan los nuevos contenidos logrando un aprendizaje que tenga significado para el que aprende. Además el alumno necesita tener un conocimiento previo al cual se le adhiera nueva información, esta información se retroalimenta de la conocida para enriquecer una visión global de cierto tema o concepto. (Fig 1)

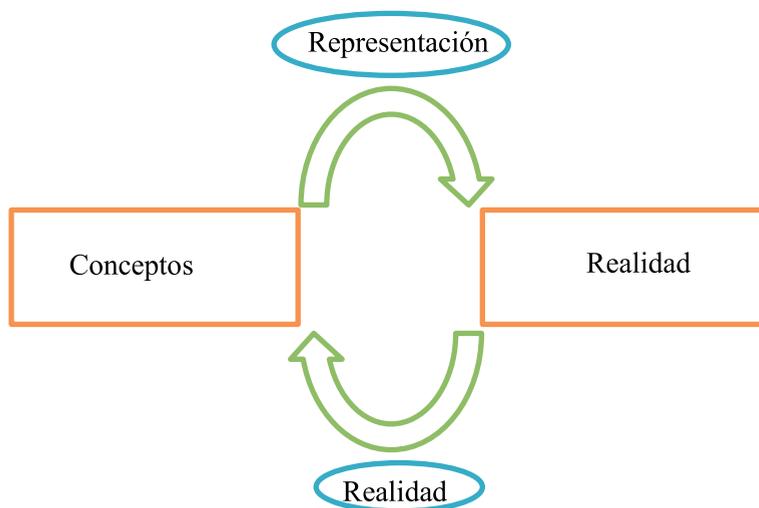


Figura 1. Aprendizaje Significativo

Es así que los conocimientos previos han de estar relacionados con aquellos que se quieren adquirir, de manera que funcionen como base o punto de apoyo para la adquisición de nuevos conocimientos y la nueva información se incorpore a la estructura mental y pase a formar parte de la memoria comprensiva.

Para de Guzmán (2007), el acercamiento inicial se puede hacer a través del intento directo de una modelización de la realidad en la que el profesor sabe que han de aparecer las estructuras matemáticas en cuestión. Se pueden acudir para ello a las otras ciencias que hacen uso de las matemáticas, o a hechos de la realidad cotidiana, etc.

Algunas de las ideas básicas de la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1963) indica que este aprendizaje y el aprendizaje mecánico no son tipos opuestos de aprendizaje, porque se complementan mientras ocurre el proceso de enseñanza, incluso pueden ocurrir simultáneamente en la misma tarea de aprendizaje.

IMPORTANCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA LA AGRONOMÍA

La radiación solar es la principal fuente de energía que recibe la tierra y es además, el principal elemento meteorológico porque de ella derivan los restantes elementos (temperatura, humedad y presión atmosférica, vientos, lluvia, etc.). Las plantas utilizan la luz solar para producir carbohidratos a partir dióxido de carbono y agua y son capaces de convertir compuestos inorgánicos que suelen condicionar el proceso, disminuyendo el rendimiento de los cultivos. El primer factor es la cantidad de sombra ya que la baja disponibilidad de luz solar tiende a ser un agente que produce estrés en las plantas a su vez que altera su crecimiento y desarrollo. El sol es la principal fuente de esta radiación correspondiéndole un 99.97% de la energía que tiene que ver con los procesos meteorológicos y la totalidad de las actividades biológicas. El balance de radiación que se realiza en las superficies del suelo agrícola y en las superficies de las plantas cultivadas, determinará la energía disponible para la realización de los procesos fundamentales de calentar el suelo, calentar el aire, evapotranspirar el agua y una pequeña porción de esta radiación se utilizará en la fotosíntesis (Pereira *et al*, 2002)

El exceso de calor también produce, sin protección adecuada transpiración y foto-inhibición y por estar sin la protección adecuada, impide que haya una reducción de la fotosíntesis por exceso de calor. Ambos aspectos son igualmente importantes para la agricultura.

En general el crecimiento y desarrollo de los cultivos está determinado por factores externos que afectan su desarrollo. Uno de los más importantes es la radiación solar. El sol es una fuente primaria de energía radiante, que se propaga a través del espacio mediante ondas y los cultivos son los captadores de esta radiación transformando la energía radiante en energía química por medio del proceso de fotosíntesis (Fernández Long y Murphy, 2011)

El estudio de la radiación solar y su influencia en las plantas cultivadas tienen varias aplicaciones prácticas, por ejemplo: seleccionar las especies adecuadas para un lugar determinado, fechas de siembra en función a la duración del día; se puede utilizar la iluminación artificial para el cultivo de hortalizas y floricultura y controlar fechas de floración y rendimiento de las mismas. Es de fundamental importancia en Agronomía determinar

con exactitud la cantidad de energía que llega a una determinada región (nivel mesoclimático), teniendo en cuenta la latitud y época del año y partiendo del cálculo de la constante solar, así como también determinar en un lote agrícola con pendiente la cantidad de radiación solar que el mismo recibe y que estará disponible para todos los procesos anteriormente mencionados (Rosenberg *et al*, 1983).

A modo de definición, la radiación solar es un proceso físico en el cual se transmite energía en ondas electromagnéticas, se realiza en línea recta y a la velocidad de 300.000 km/s.

CONCEPTO DE IRRADIANCIA

En forma simple la irradiancia es la intensidad de luz de Sol que llega a la superficie terrestre. La intensidad disminuye a medida que los rayos del sol se alejan del cenit, entendiendo por cenit el punto más alto en el cielo en relación con el observador y que se encuentra justo sobre la cabeza de este, a 90° . Si el sol se aleja del cenit los rayos solares se proyectan sobre el plano terrestre dando un aumento de área irradiada. Además, ocurre otro fenómeno natural: la longitud que recorre el Sol es mayor y al alejarse de la Tierra comienza a disminuir la energía debida a la absorción y a la reflexión (Fig 2).

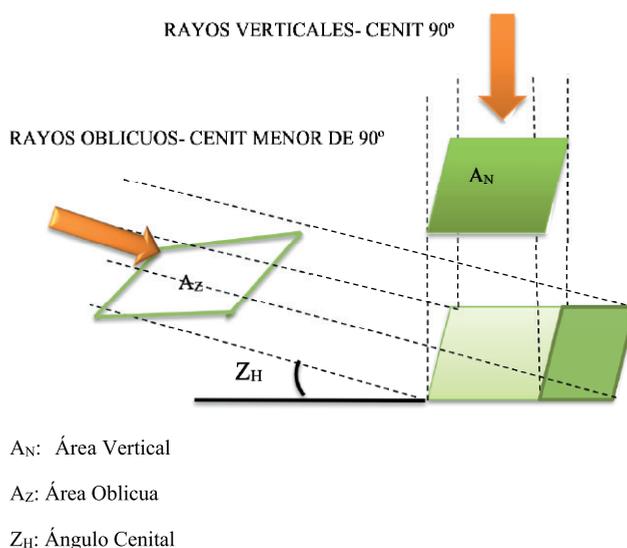


Figura 2. Comportamiento del Sol cuando se aleja del cenit

Para referirse a este tema en Agrometeorología se hace referencia a la *Ley del Coseno de Lambert*. Por definición la ley establece que la intensidad máxima de la irradiación, sobre una superficie, se obtiene cuando el haz incide perpendicularmente sobre ella. Si la incidencia no es perpendicular, por el fenómeno de reflexión, disminuye parte de la radiación y por lo tanto, también lo hace la intensidad. Dos aplicaciones fundamentales:

a) determinar la cantidad de radiación astronómica (que es la que llega al tope de la atmósfera sobre una superficie horizontal) partiendo de la constante solar, b) cuantificar la cantidad de radiación solar global que se dispone en terrenos agrícolas que tienen pendiente, cálculo necesario para realizar el balance de radiación en superficies agrícolas (suelo desnudo o superficies vegetales)

Denominando I : irradiancia, S : energía, A : área irradiada (normal o formando un ángulo distinto de 90°) y t el tiempo que es importante resaltar que es unitario, la misma se calcula como:

$$I = \frac{S}{A \cdot t}$$

Y las unidades resultantes son variables según el sistema (SI o cgs) y según se consideren valores diarios o instantáneos. Las unidades pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1: Unidades de Irradiancia

	SI	cgs
Valores instantáneos	$\frac{W}{m^2} = \frac{J}{m^2 \cdot s}$	$\frac{cal}{cm^2 \cdot min}$
Valores diarios	$\frac{MJ}{m^2 \cdot dia}$	$\frac{cal}{cm^2 \cdot dia}$

Respecto a las equivalencias $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ y $\frac{MJ}{m^2 \cdot dia} = 23.923 \frac{cal}{cm^2 \cdot dia}$.

LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS EN LA PROBLEMÁTICA

Volviendo a la *Ley del Coseno de Lambert*, esta ley es aplicable a superficies receptora como el suelo; también aplicable a otras superficies pero en este trabajo nos interesa el suelo (Fig. 3).

En la definición de Irradiancia tendremos, recordando que el tiempo es unitario que:

$$I_N = \frac{S}{A_N} \qquad I_Z = \frac{S}{A_Z}$$

Despejando S e igualando algebraicamente ambas expresiones: $I_N A_N = I_Z A_Z$ de donde:

$$I_z = (I_N A_N) / A_Z \quad (1)$$

Donde: I_Z es la intensidad según el ángulo de observación
 I_N es la intensidad para el ángulo normal a la superficie

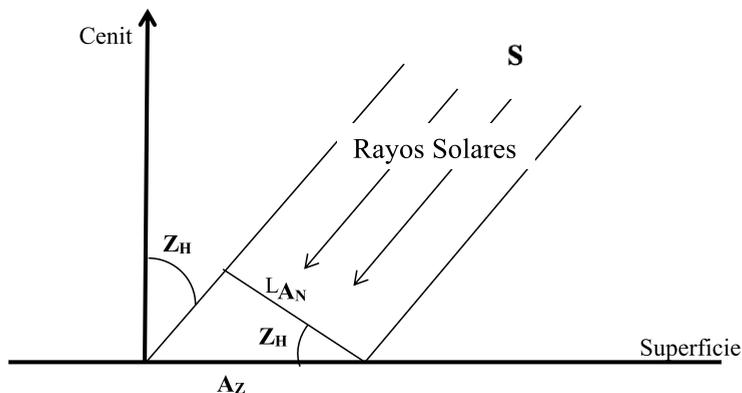


Figura 3. Ley del Coseno de Lambert

Del triángulo rectángulo formado, haciendo uso de la definición trigonométrica del coseno de un ángulo:

$$\cos Z_H = A_N / A_Z$$

O también

$$\cos Z_H = A_Z / A_N$$

Acá se vuelve interesante mostrar que los ángulos en la figura son equivalentes. Puede demostrarse que son iguales:

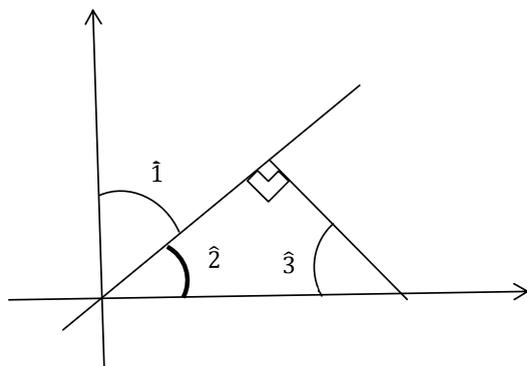


Figura 4.

En la Fig. 4

$$\begin{aligned} \hat{2} &= 90^\circ - \hat{1} \\ \hat{3} &= 180^\circ - 90^\circ - \hat{2} = \\ &= 180^\circ - 90^\circ - (90^\circ - \hat{1}) = \hat{1} \\ \therefore \hat{1} &= \hat{3} \end{aligned}$$

Retomando, de (1) resulta que

$$I_Z = I_N \cdot \frac{A_N}{A_Z}, \text{ por lo tanto:}$$

$$I_Z = I_N \cdot \cos Z_H$$

Que es otra forma de calcular la Irradiancia recibida por la superficie reflectante (el suelo).

CONCLUSIONES

La enseñanza de la matemática como ciencia básica en la carrera de Ingeniería Agronómica y carreras afines, persigue variados objetivos. Entre los más importantes que el alumno pueda manipular los objetos matemáticos con el fin de relacionarlos en forma consciente, entender cuando utilizarlos y como, entre lo más interesante que logre realizar la transferencia a situaciones particulares que ocupan su campo de saber.

La matemática es sobre todo saber hacer, es una ciencia en la que el método claramente predomina sobre el contenido (de Guzman, 2007). Haciendo pie en el nivel educativo al que referimos en el trabajo, dentro de un universo científico e intelectual tan cambiante, es interesante y muy importante hacer propios procesos de pensamiento útiles, restando un poco de importancia y sin dejar de lado los contenidos que no pueden ser relacionados o aplicados. A decir de Whitehead (1956), con buena disciplina es posible inculcar en las mentes de los alumnos de una clase cierta cantidad de conocimientos inertes. De ahí que el docente debe buscar la impronta para que la matemática se encuentre al servicio de quien lo requiera.

El concepto de *Irradiancia*, más allá de su importancia en la asignatura y para la toma de decisiones de futuros profesionales lleva en sí una variada cantidad de objetos matemáticos que ayudan a la deducción y comprensión de su ley. De ahí el interés para un desarrollo más ligero de los contenidos propios de cada asignatura, el saber hacer matemáticas, el saber operar, contraer cierta autonomía operacional que asegure el éxito para el aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, Ed. Grune and Stratton, New York, USA
- Bombelli, E., Barberis, G., Fernández Long, M. E., y Hurtado, R. H. (2009). *Programas de aplicación de agrometeorología para docencia e investigación*. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, (3), p. 14-17.
- De Guzmán, M. (2007). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie430750>
- Fernandez Long M., Murphy G. (2011), Energía Atmosférica. Agrometeorología. Murphy G y Hurtado R. (eds). Facultad de Agronomía. UBA Cap V, 23-29
- Pereira A, Angelocci L, Sentelhas P. (2002) Agrometeorología. Ed Agropecuaria. 478 p. Argentina
- Rosenberg N., Blad B., Verma S., (1983). Microclimate, the biological Environment. 2 ed. New York : John Wiley & Sons. 495p.
- Whitehead A. (1956). *Fines de la educación. Necesidades de su reforma*. Revista de Educación. Vol XIV, (40), 92-99. Ministerio de Educación y Formación Profesional. España