

Práctica educativa en modelos matemáticos bioclimáticos

ORAZI, Pedro
pedro_orazzi@hotmail.com
CENTORBI, Guillermo
gmcentorbi@hotmail.com

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata

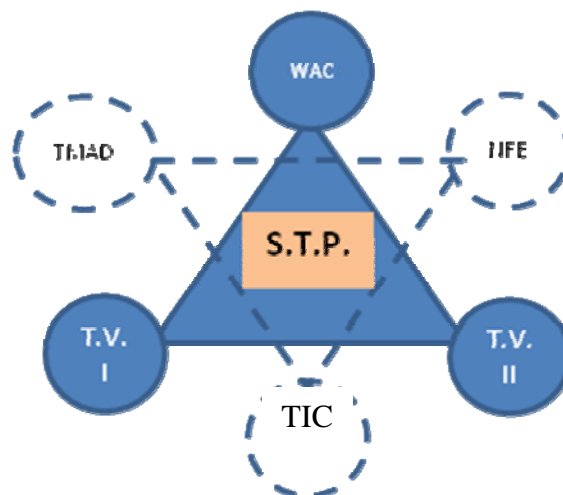
El presente trabajo de grado, se desarrolla actualmente y desde hace 4 años, momento en el cual se introducen nuevas formas tecnológicas de acercamiento al conocimiento y el aprendizaje por y para el alumno.

Resumen

Asumiendo una actitud constructivista sobre el aprendizaje en la enseñanza de las matemáticas, centrando la actividad áulica en el alumno para que sea éste quien construya su propio conocimiento, guiado por la intervención docente para que aproveche al máximo su permanencia en la facultad, se propone una actividad pedagógica integral en el marco del desarrollo del TALLER DE MATEMÁTICA DIGITAL (TMAD). Concretamente se propone la resolución de una situación problemática, donde se debe dimensionar, calcular y graficar un muro calefactor en forma de nido de abejas teniendo en cuenta: I) conceptos arquitectónicos (arquitectura solar pasiva); II) conceptos físicos de óptica (reflexión, refracción, ángulo de incidencia, etc.), y calorimetría (radiación, convección, conducción, índice de propagación del calor, dilatación térmica, etc.); III) conceptos matemáticos en sistemas de ecuaciones, integrales y cuadráticas; IV) desarrollo de habilidades en software matemático con los programas Maple y Mahstlab.

Palabras clave: Matemática - Bioclima - Energía - Sustentable

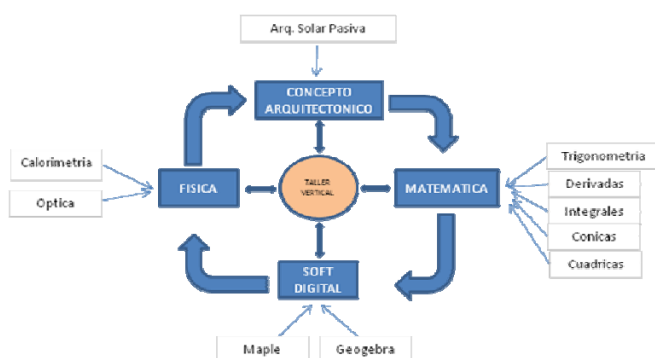
Introducción



Fundamentación

Basados en el triángulo de formación académica cuyos vértices son la cátedra del Taller de Matemáticas en sus niveles I y II, y la facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de la Plata, a través de nuestra plataforma digital WAC; y apoyados en los nuevos recursos de enseñanza (TMAD, NFE, TIC) surge un concepto aglomerador llamado S.T.P.

La **Simulación de Trabajo Profesional (S.T.P.)**, es el desarrollo de una actividad que se basa fundamentalmente en mostrar a la matemática como una herramienta poderosa que vinculada a otros conceptos adquiridos permite al alumno interpretar un trabajo real donde intervienen el cálculo, el diseño, la programación y los nuevos conceptos en tecnología y construcción.



Como se observa en el diagrama, los contenidos de la cátedra se vuelcan hacia el alumno formando un círculo que se retroalimenta, para que sea este el que a través de un aprendizaje significativo eleve sus conocimientos y los adapte a los requerimientos de la vida profesional futura.

Expectativas de logro

Que el alumno comience el desarrollo del STP a partir de un concepto de diseño arquitectónico al promediar el nivel I, y que lo continúe y finalice con el nivel II haciendo entrega de un informe tanto en soporte digital como en papel.

Propósito docente

Que los alumnos internalicen el uso de las matemáticas como una herramienta de pensamiento cotidiano y vislumbren las variables teóricas aprendidas adaptándolas al ejercicio propuesto.

Poder acercar al alumno a los conocimientos fundamentales por y a través de las nuevas tecnologías que hoy están disponibles y al alcance de todos.

Desarrollo

Como primera etapa del STP, a mitad de curso del primer nivel, se enseña el uso del programa geogebra con el cual podrá asimilar los contenidos vistos hasta el momento y de esta manera comenzar a calcular y dimensionar según las variables geográficas impuestas para el trabajo. Luego, en el segundo nivel al ritmo del desarrollo temático se les enseñan nuevos programas (Maple y Firewall) para de esta manera poder dimensionar y dibujar el muro solar en forma de nido de abejas.

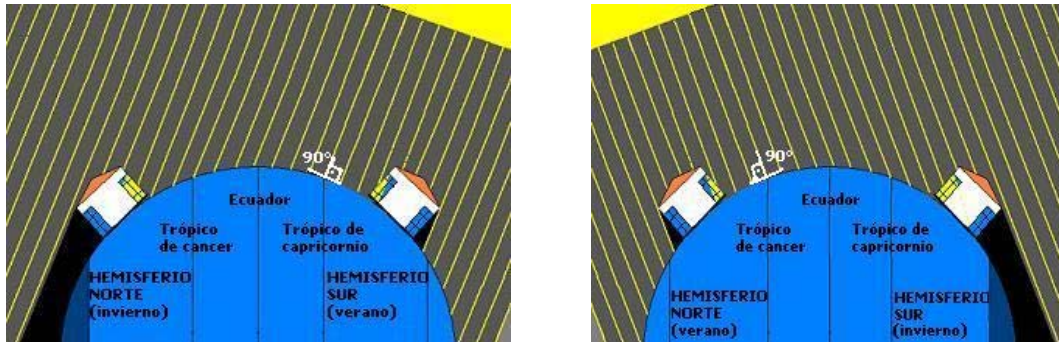
En todo el transcurso del STP los alumnos se ven apoyados por los diferentes mecanismos de acercamiento que introduce la cátedra (agrupados en los que llamamos Nuevas Fronteras Educativas - TIC), según se detalla:

- *CVA (clases virtuales de apoyo)*. Videotutoriales de explicaciones matemáticas de conceptos estudiados en las clases presenciales.
- *PPM*. Visualización de Power Point Mejorados donde de forma dinámica se desarrollan los conceptos teóricos, introduciendo ejercicios prácticos resueltos y obras arquitectónicas asociadas. También disponibles en WAC.
- *FOROS VIRTUALES*. Espacio dentro del entorno virtual de la cátedra para que los alumnos generen discusiones, moderadas por un docente del curso.
- *TUTORES VIRTUALES*. Cada alumno posee un tutor al cual le puede acercar sus dudas en forma puntual, quien responderá en forma particular utilizando la mensajería interna del sistema. También se establece un vínculo online (chat) entre el tutor docente y el alumno, una vez por semana y durante 2 horas.

Contenidos

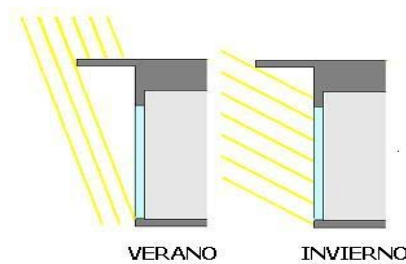
Concepto de diseño: Arquitectura Solar Pasiva

Se entiende por arquitectura solar pasiva a aquella que aprovecha la energía solar que es captada a través de ventanales o de los muros para mantener unas condiciones de bienestar en el interior de los edificios y reducir al máximo el uso de costosos y contaminantes sistemas de climatización. Se cuidan aspectos como la orientación del edificio, la morfología, los materiales que emplean así como la ubicación en el terreno.



En invierno, cuando los rayos solares son más necesarios, éstos caen más inclinados sobre la superficie terrestre. Este hecho favorece la captación de la energía solar a través de los muros y las ventanas verticales.

Es en verano cuando las temperaturas son altas que se hace necesario evitar que la radiación solar llegue al interior de la casa. Para lograrlo se disponen aleros o cornisas que detienen los rayos solares en verano cuando son más perpendiculares, y permiten que pasen en invierno cuando son más inclinados.



Ángulo de incidencia de la radiación solar en diferentes estaciones

Ciudad	Latitud	Ángulo de incidencia Solar 21 Diciembre	Ángulo de incidencia Solar 21 Junio
Buenos Aires	-34°36	11°	57°

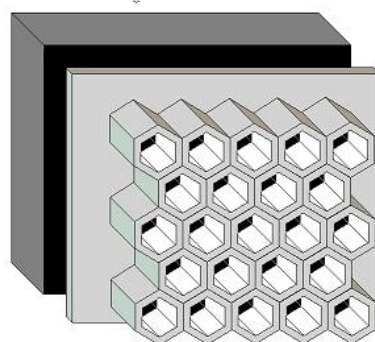
Para que el calor ganado no se pierda o para evitar que el calor excesivo del exterior entre en la casa los muros del edificio han de estar convenientemente aislados. Estos muros actuarán además como acumuladores térmicos liberando el calor que guardaron durante el

día cuando la temperatura del aire del interior del edificio baje. También actuarán en los días calurosos ya que absorberá el exceso de calor que el aire del interior de la casa pueda tener. Cuanto mas gruesos sean, mayor será su masa térmica. y más ayudará a temperar las temperaturas en climas de extremos.

Dentro de la arquitectura solar pasiva, existen elementos arquitectónicos específicos para que favorecen e intensifican la captación de energía solar, entre ellos podemos destacar:

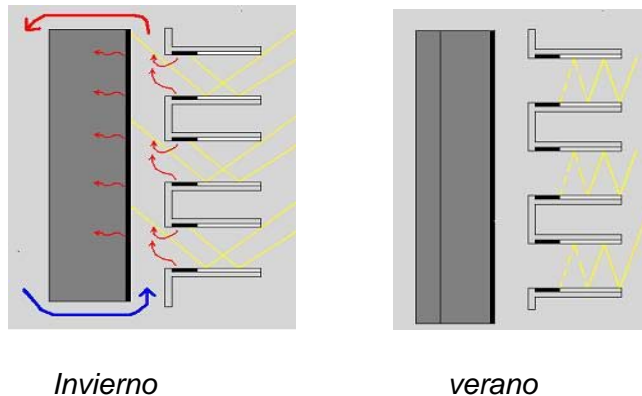
Mediante unos sencillos bloques hexagonales de hormigón se construye un efectivo sistema de calefacción que además permite una discriminatoria captación de la energía solar, favoreciéndola en invierno y dificultándola en verano.

Los bloques de hormigón se disponen como lo hacen los panales de abejas. Están pintados en su interior con pintura blanca reflectante excepto la parte más próxima a la casa que se pinta de negro. Tras este primer muro de bloques de hormigón hexagonales, se dispone otro muro grueso pintado totalmente de negro.



El funcionamiento es sencillo. Durante los meses de invierno los rayos solares inciden muy inclinados sobre el suelo y entran con facilidad en el interior de los bloques de hormigón. Esta radiación es reflejada por la parte pintada de blanco hacia la zona pintada de negro del propio bloque y hacia el muro negro posterior. La radiación al topar con las zonas pintadas de negro se transforma en calor.

El aire entre los bloques hexagonales y el muro se calienta y asciende por convección hacia el interior de la casa por unos conductos. Otra parte del calor queda almacenado en el muro y es liberado lentamente durante la noche. De esta manera se puede disfrutar del calor durante el día y durante la noche.



En verano, cuando las temperaturas son altas y no interesa captar la energía solar, la radiación cae más perpendicularmente y entra con más dificultad en los bloques. La poca radiación que logra entrar sufre un mayor número de reflexiones en la parte pintada de blanco difuminándose y dispersándose con lo que muy difícilmente llega a las superficies negras. Por otro lado el muro compacto sirve entonces como masa térmica que atempera la temperatura del interior de la casa, haciéndola más suave.

Física

Calorimetría

Los conceptos involucrados en este tópico son: las leyes de la termodinámica, las escalas termométricas, calor y energía transmitida por conducción, convección y radiación, flujo calorífico, dilatación lineal, superficial y volumétrica, conductividad térmica.

El aislamiento térmico puede considerarse como el coeficiente de resistencia a la transmisión del calor. Esta capacidad se llama Conductividad Térmica, cuando menor sea la conductividad térmica de un material mejor será su capacidad de aislamiento.

La conductividad es la característica por el cual el calor pasa a través de un material sólido o fluye de un material a otro cuando se encuentra, en contacto íntimo con él. El aire es un mal conductor de calor, de suerte para los hormigones ligeros, porosos por excelencia y que por consiguiente encierran cantidades considerables de aire, convirtiéndolos en buenos aislantes térmicos.

Conductividad térmica (k) es la cantidad de calor expresada en J(joule) que pasa a través de un metro cuadrado de material homogéneo, de un metro de espesor, en un segundo cuando la diferencia de temperatura entre cara y cara es de un grado centígrado.

Corriente calorífica (H) es la cantidad de calor que fluye a través de una sección por unidad de tiempo, su unidad es el vatio (W).

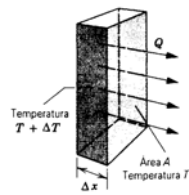
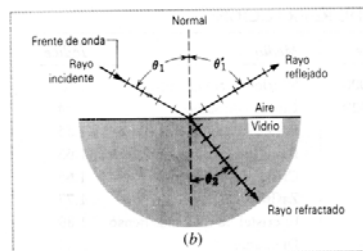
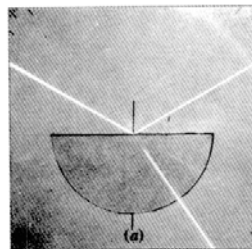


Figura 16 El calor Q fluye a través de una losa rectangular de material de espesor Δx y área A .

$$H = \frac{Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}.$$

Óptica Geométrica

En este caso los conceptos involucrados son: luz, frente de onda, rayo, reflexión, refracción, ángulo de incidencia, ángulo de reflexión, ángulo de refracción, índices de refracción de distintos medios, leyes de Snell.



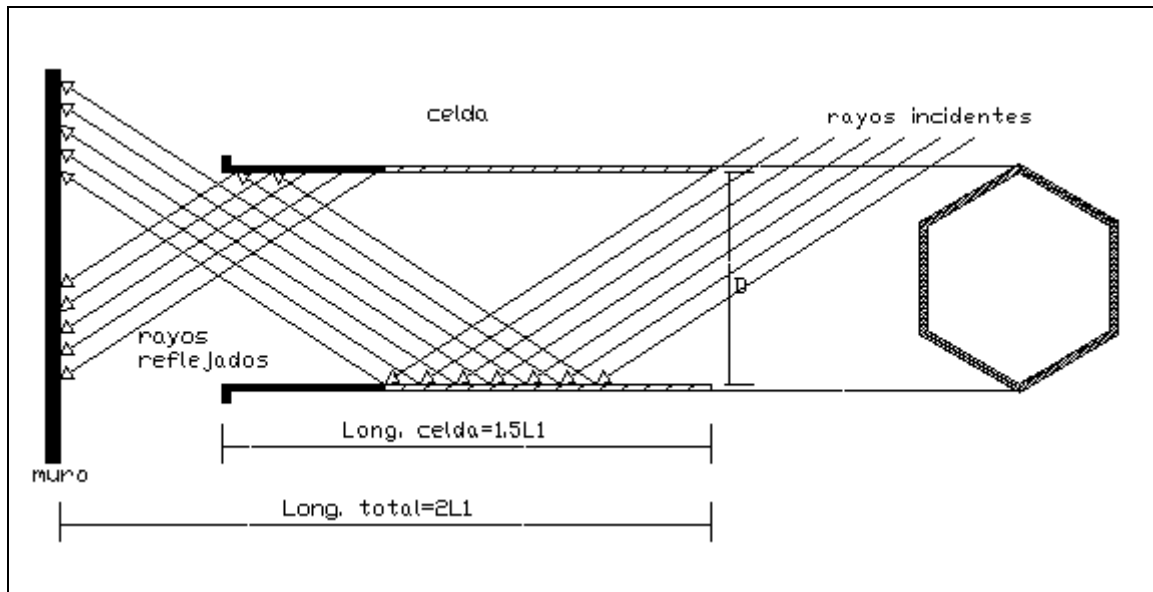
Matemática

Aquí involucramos conceptos tales como los de trigonometría, punto, recta, segmento, vector, plano, rotación, traslación, homotecias, mosaicos, etc.

También las operaciones con el de límite, las derivadas y las integrales, destacando el uso de la integral definida. Como ejemplo podemos ver a continuación como calcular el flujo de calor a través de las paredes de las celdas, suponiéndolas de forma cilíndrica:

	$H = -KA \frac{dT}{dr} = -K(2\pi rD) \frac{dT}{dr}$ $H \frac{dr}{r} = -2\pi KD * dT$ $\int_{r_1}^{r_2} H \frac{dr}{r} = -2\pi KD * \int_{T_1}^{T_2} dT$ $H * \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = -2\pi KD * (T_2 - T_1)$ $H = \frac{2\pi KD * (T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$
--	--

Dimensionado



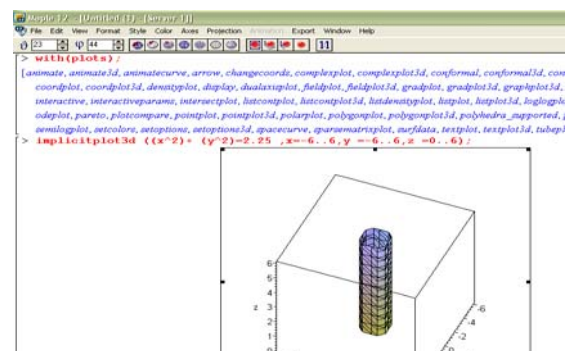
Software

La aplicación digital matemática la llevamos a cabo con el programa Maple, el cual es enseñado a los alumnos, tanto para la realización de cálculos como para la graficación. El programa MAPLE es capaz de realizar cálculos simbólicos, es decir, operaciones similares a las que se llevan a cabo por ejemplo cuando, intentando realizar una demostración matemática, se despeja una variable de una expresión, se sustituye en otra expresión matemática, se agrupan términos, se simplifica, se deriva y/o se integra, etc. Este programa puede resolver: Polinomios y funciones racionales, ecuaciones y sistemas de ecuaciones, calculo diferencial e integral, operaciones con expresiones, funciones de algebra lineal, programación. Pero lo más importante, desde el punto de vista de la cátedra de matemática en función de la arquitectura, es la gran potencia que representa la posibilidad de graficar en 2 y tres dimensiones.

MAPLE no es un programa simple de manejar, es por ello que nuestro objetivo es que se incorpore el conocimiento para poder representar gráficamente lo aprendido y elaborado en el taller.

A continuación se muestra como se resuelven las integrales planteadas mas arriba:

```
Maple 12 - [Untitled (1)] - [Server 1]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Window Help
> int((0.6/190), T=291..303);
0.03789473684
> int(1, L=0..L);
L
> int(H(1/r), r=3..3.1);
∫33.1 H(1/r) dr
> int(1/r, r=3..3.1);
0.03278982282
```



Conclusiones

Desde un punto de vista macroscópico, la implementación de los nuevos recursos tecnológicos ha tenido un aspecto totalmente positivo, ya que en los últimos 4 años no solo a crecido la matrícula de inscriptos en la cátedra, de 800 a 2000; sino que también a disminuido la deserción y abandono del curso, pasando de un 50% promedio entre nivel I y II, al actual 35% promedio entre los dos niveles.

Desde el punto de vista del alumno, el cual es consultado mediante encuestas online al finalizar el curso, se destaca la gran aceptación a desarrollar un trabajo de pura aplicación practica simulando una situación profesional (87% de aceptación) , y que además el vinculo para transitar este camino sea un entorno tecnológico que le es tan natural (94% de aceptación).

Un 18% de los alumnos opina que el primer acceso al entorno se hace dificultoso y lentificado por no llegarle a tiempo la clave de acceso, lo que conforma un aspecto a mejorar.

El 47% pide la incorporación de más videotutoriales.

El 30% utiliza los foros de discusión y/o la mensajería interna o el chat.

El 89% descargo los videotutoriales.

El 95% ingreso al entorno por algún motivo en particular. (descarga de teóricos, de prácticos, de PowerPoint, de videotutoriales, etc.)

Bibliografía

AUSUBEL, D.P. (1978). *Educational Psychology. A cognitive view*. Nueva York : Holt, Rinehart and Winston, Inc.

CARRETERO, M.; POZO, J.I. y ASENSIO, M. *La enseñanza de las Ciencias Sociales*. Ed. Morata. Madrid. (1989).

DRIVER, R.; GUESNE, E.; y TIBERGHIE, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press. Trad. cast. de P. Manzano: Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata/MEC.

GIL, J.; SOLANO, F.; PÉREZ, A.L. Y SUERO, M.I. (1998). *Persistencia de preconcepciones en Óptica en los diferentes niveles del sistema educativo. Actas de la XI Conferencia Nacional de Física e VIII Encontro Ibérico para o ensino da Física*. Porto (Portugal).

HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. . (1988). *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Laia / M.E.C



ORTON, A. (1988). *Learning Mathematics*. Ed. Cassell. Londres.

SOLANO, I., JIMENEZ-GÓMEZ, E. y MARÍN, N. (2000). *Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de "lo que el alumno sabe"*. Enseñanza de las Ciencias.