

# Transferencia de conceptos de Física y Matemática al análisis del aislamiento térmico de una vivienda de madera en la carrera de Arquitectura

Transfer of Physics and Mathematics concepts to the analysis of thermal insulation in a wooden house in the Architecture degree program

Adriana Noelia Poco<sup>1</sup>, Eugenia Laura Dalibon<sup>1 2 3\*</sup>, Antonio Rubén Jarne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Concepción del Uruguay, 8 de Junio 522, CP 3260, Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencia y Tecnología Sede Concepción del Uruguay, Universidad Autónoma de Entre Ríos, 25 de mayo 385, CP 3260, Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

<sup>3</sup>Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional, Ingeniero Pereira 676, CP 3260, Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

\*E-mail: [dalibone@frcu.utn.edu.ar](mailto:dalibone@frcu.utn.edu.ar)

## Resumen

En este informe se sintetiza el trabajo de investigación realizado por las cátedras Matemática III e Introducción a la Física y Construcciones II de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Concepción del Uruguay. Se realizó un trabajo de aplicación y transferencia de contenidos sobre estadística, transmisión del calor y el aislamiento térmico en viviendas de madera utilizando como unidad de análisis una casa canadiense emplazada en el predio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Concordia.

La estrategia definida para el testeo de la construcción y el análisis del grado de aislamiento térmico proporcionado por los paneles de cerramiento se fundamentó en la recolección de datos de las temperaturas exteriores, para cotejarlas con los valores establecidos por la Normas IRAM 11603, y de las temperaturas interiores registradas por sensores para determinar las condiciones interiores de confort y habitabilidad.

Desde la metodología Realidad-Teoría-Práctica para la puesta en acción en el aula, se realizó un análisis del aislamiento térmico brindado por el panel original de la vivienda y, posteriormente, se propusieron soluciones alternativas para que los paneles se ajusten a la normativa vigente. Una vez concluido el trabajo, se realizó la entrega de un informe de los resultados al INTA-Concordia.

**Palabras clave:** Clima regional; Análisis estadístico descriptivo; Aislamiento térmico en viviendas; Tecnología de la madera; Cerramientos exteriores.

## Abstract

This report summarizes the research conducted by the Mathematics III and Introduction to Physics and Constructions II departments of the Faculty of Architecture and Urbanism at the Universidad de Concepción del Uruguay. The project involved the application and transfer of content on statistics, heat transmission, and thermal insulation in wooden houses, using a Canadian house located on the premises of the National Institute of Agricultural Technology (INTA) in Concordia as the object of analysis. The strategy defined for testing the construction and analyzing the degree of thermal insulation provided by the enclosure panels was based on collecting external temperature data to compare with the values established by IRAM 11603 standards and the internal temperatures recorded by sensors to determine the conditions of comfort and habitability inside the house. From the Reality-Theory-Practice methodology for the implementation in the classroom, an analysis of the thermal insulation provided by the original panel of the house was carried out, and subsequently, alternative solutions were proposed to ensure the panels comply with current regulations. Upon completion of the project, a report of the results was submitted to INTA-Concordia.

**Keywords:** Regional climate; Descriptive statistical analysis; Thermal insulation in housing; Wood technology; Exterior enclosures.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, con las exigencias del mundo laboral, se requiere de profesionales que sean competentes, capaces de resolver problemas del mundo real. Para ello es fundamental incorporar en el proceso de enseñanza y aprendizaje la interdisciplina que permite la interacción entre las diferentes asignaturas y brinda una solución más global a las situaciones problemáticas planteadas (Arista González y Robles, 2015). A pesar de lo enunciado en los planes de estudio de las carreras de Arquitectura sobre inter y multidisciplinariedad, la enseñanza en ellas se caracteriza por la segmentación disciplinar. Como consecuencia de esta característica metodológica, los futuros profesionales encuentran dificultades en integrar y combinar las diferentes áreas del conocimiento en la resolución de situaciones concretas, así como en trabajar en equipos interdisciplinarios (Fernández Saiz, Culasso y Ruata, 2013). Por esta razón, desde las cátedras Matemática III e introducción a la Física y Construcciones II de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Concepción del Uruguay se generó un proyecto de investigación que puso en acción una propuesta didáctica basada en el estudio de una situación real. Los estudiantes que cursaban las asignaturas Matemática III e Introducción a la Física, del primer cuatrimestre de segundo año de la carrera y Construcciones II del segundo cuatrimestre del mismo curso, efectuaron un trabajo de aplicación y transferencia de contenidos de estadística, transferencia de calor y aislamiento térmico en una vivienda canadiense de madera, basado en mediciones reales.

Se tomó como unidad de análisis una casa canadiense construida en madera ubicada en el predio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de la ciudad de Concordia. El objetivo del proyecto fue que los alumnos realicen una revisión crítica de los fundamentos, conceptos, técnicas y fórmulas para la verificación del aislamiento térmico en viviendas, corroborando el mayor ajuste en los procedimientos de cálculo, diseño arquitectónico, consideraciones del clima local y las Normas vigentes. Los estudiantes utilizaron los conceptos matemáticos de Estadística para el análisis descriptivo de las condiciones exteriores de la zona de emplazamiento de la casa y los fundamentos conceptuales de la Física para el cálculo y el análisis del aislamiento térmico tomando las mediciones de las temperaturas interiores dadas por los sensores. De esta manera los alumnos efectuaron una tarea inter y multidisciplinaria examinando una construcción de madera, el diseño de los paneles de cerramiento, las condiciones ambientales externas, los criterios y métodos de cálculo del aislamiento térmico y la transmisión del calor. Esto es muy importante para su futuro desarrollo profesional, ya que requerirán integrar conceptos de distintas áreas para los problemas inherentes a la Arquitectura que se le presenten.

La estrategia didáctica aplicada se fundamentó en la recolección de datos de las temperaturas exteriores, para cotejar con los valores establecidos por la Normas IRAM 11603 que define las zonas bioambientales de nuestro país y recabar las temperaturas interiores para determinar las condiciones de confort y habitabilidad. Además, el trabajo desde una perspectiva sistémica, permite entender la enseñanza de la arquitectura como un sistema de partes vinculadas entre sí y no como un conocimiento fragmentado (Arista González y Robles, 2015).

En la asignatura Construcciones II la tarea se focalizó en el diseño de paneles que cumplan con los requisitos de habitabilidad, dado que los originales no verificaron los valores máximos admisibles de la transmitancia térmica total establecidos por las normas, haciendo un uso racional y sustentable de materiales naturales como la madera. Para llevar a cabo la propuesta en el aula se utilizó la metodología Realidad-Teoría-Práctica que le permite a los alumnos conocer cómo se construye el conocimiento y el hacer profesional (Malbos, 2019)

Seguidamente se presenta la metodología de trabajo y los resultados obtenidos en este trabajo.

## II. METODOLOGÍA

El estudio se divide en diferentes instancias:

**1. Recolección y presentación de datos mediante métodos estadísticos.** Los datos recabados en el INTA-Concordia se recopilan y ordenan en tablas estadísticas para realizar una completa descripción y sumariación de los valores obtenidos y así posibilitar la determinación de parámetros característicos del clima en la región. Asimismo, la presentación mediante gráficos adecuados de las variables en estudio, permite una rápida visualización de las particularidades climatológicas de la zona de emplazamiento de la vivienda.

**2. Caracterización de los bioclimas locales.** El análisis de resultados, realizado por métodos cuantitativos, se direcciona a la obtención de conclusiones determinantes de los parámetros estadísticos, basándose en la evidencia recopilada; sirviendo de base para la caracterización del clima en la zona de influencia de la presente investigación y de pilares fundamentales para el establecimiento de estándares óptimos de habitabilidad.

**3. Estudios comparativos de normativas y metodologías de cálculo de aislamiento térmico.** Una vez realizadas las etapas anteriores se cotejan las diferentes maneras de establecer el confort térmico y se someten a análisis crítico las estrategias utilizadas. Los datos recabados sirven de sustento a dicho análisis, lo que permite describir el escenario actual y proyectar medidas correctivas a futuro para el logro de criterios óptimos de habitabilidad y aprovechamiento de la madera.

Para la puesta en acción de la investigación en el aula se utilizó la metodología Realidad-Teoría-Práctica (Buttigliero y Ferrante, 1995) y el trabajo realizado por los estudiantes se planteó siguiendo las etapas de esta forma de trabajo, antes referenciadas:

**I. Realidad: planteo del problema.** Analizar las condiciones de temperatura exterior según los datos brindados por INTA-Concordia para caracterizar la zona de emplazamiento de la vivienda y cotejar con los valores establecidos por las normas vigentes. Para describir las condiciones ambientales en el interior de la casa se tomaron los valores de las temperaturas recolectados a través de sensores ubicados en puntos estratégicos de la misma, para el posterior examen del aislamiento térmico proporcionado por los paneles de cerramiento.

**II. Teoría: búsqueda de información bibliográfica y documental sobre el tema.** Los alumnos, reunidos en grupos realizan una investigación bibliográfica y documental, apoyándose en libros, normas y sitios web.

**III. Práctica: resolución del problema justificando las colusiones a través de fórmulas, cálculos, tablas y gráficos.** Una vez caracterizado el comportamiento de la temperatura exterior se muestran los resultados mediante distribuciones de frecuencias, gráficos estadísticos apropiados a la variable en estudio y se obtienen los parámetros característicos para extraer conclusiones acerca de las condiciones bioambientales de la región. Con los datos relevados mediante los sensores se determinan las condiciones de temperatura interior para la obtención de la resistencia térmica total del panel y su inverso, la transmitancia térmica total a través del cerramiento. Todos estos valores deben ajustarse al concepto de confort para la vida humana establecido por las normas IRAM y respetar los valores admisibles fijados en ellas.

La metodología puesta en acción para la práctica en el salón de clases consta de las siguientes instancias:

- Se resuelve el problema dentro de cada grupo.

Sería conveniente precisar que en Matemática III se brindan los conocimientos de Estadística, y en Introducción a la Física los conocimientos de transferencia de calor y los conceptos de resistencia y transmitancia térmica necesarios.

- Cada grupo presenta su solución.
- Se consensuan conclusiones mediante el debate generalizado.
- Se realiza una síntesis de conclusiones.

### A. Trabajo efectuado en la materia Matemática III e Introducción a la Física

En la asignatura Matemática III e Introducción a la Física, se desarrollan conocimientos de estadística como la presentación de datos recabados a través de distribuciones de frecuencias, gráficos estadísticos y parámetros característicos que sintetizan a conjunto de valores (medidas de centralización, de dispersión y de concentración). En la parte de la asignatura que corresponde a conceptos de Física se abordan contenidos de la naturaleza vinculados con las formas de transmisión del calor, las características de los materiales constructivos tales como la conductividad térmica ( $\lambda$  en  $W/m \cdot K$ ), las resistencias térmicas superficiales, la resistencia térmica total ( $R$  en  $m^2 K/W$ ) y su inversa la transmitancia térmica ( $K$  en  $W/K m^2$ ). Todos estos conceptos básicos son los pilares del trabajo de aplicación y transferencia de contenidos teóricos realizado, los que se vinculan a una problemática específica del Arquitecto.

Las etapas de esta forma de trabajo fueron:

#### I A. Realidad

Planteo del problema de la realidad: Efectuar la descripción e interpretación de los datos del clima local, necesarios para el cálculo del aislamiento térmico de la casa y hallar la transmitancia térmica total y la resistencia térmica proporcionada por el panel de cerramiento, tomando como base las temperaturas exteriores e interiores obtenidas.

Los alumnos trabajan en pequeños grupos, de cuatro o cinco integrantes, como máximo, observando la situación, aportando datos, analizando material y tratando de formarse una clara visión de la problemática a resolver.

#### II A. Teoría

Los grupos realizan una investigación bibliográfica y documental del tema, apoyándose en el material aportado por la cátedra, libros, sitios web y Normas IRAM vinculadas con el tema.

#### III A. Práctica

Con los registros proporcionados, en ambos casos – temperaturas interior y exterior – se construyen distribuciones de frecuencias de acuerdo con el tipo de variable analizada, se presentan los resultados mediante gráficos estadísticos adecuados y se obtienen los parámetros característicos para extraer conclusiones acerca de las condiciones bioambientales de la región; entendiéndose como tales las medidas de centralización y dispersión y concentración.

Se realiza luego el cálculo de la transmitancia térmica total del panel (K), expresada en  $W/m^2$ , según el procedimiento establecido en la Norma IRAM N° 11601, para su posterior comparación con los valores máximos admisibles de dicha transmitancia K, dados por la Norma IRAM N° 11605, según la zonificación establecida en la Norma IRAM N° 11603.

### B. Trabajo efectuado en la materia Construcciones II

En la asignatura Construcciones II del segundo semestre del segundo año, se realizó el rediseño de los paneles y su verificación del confort higrotérmico. Esto implica que, partiendo de los resultados hallados en Matemática III e Introducción a la Física, cada grupo de estudiantes propuso una alternativa al panel original que cumpla con los requerimientos de las Normas IRAM vigentes y se adicionó el análisis de la humedad relativa y el punto de rocío.

Finalmente, se realizó la transferencia de los resultados al INTA-Concordia para aportar un análisis crítico de las características bioambientales de la zona y del comportamiento desde el punto de vista del aislamiento térmico de los paneles que conforman el cerramiento de las viviendas canadienses. De esta manera se hizo un aporte a la adaptación de dichas viviendas a nuestra región.

## III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del trabajo de aplicación y transferencia que se llevó a cabo en la cátedra Matemática III e Introducción a la Física teniendo en cuenta las distintas etapas.

### Etapas 1: Análisis descriptivo. Estudio estadístico de los datos para verano e invierno

#### A: Análisis de las temperaturas exteriores – condiciones de verano

De acuerdo con los datos brindados por el INTA-Concordia se elaboró una tabla de temperaturas exteriores en el período de verano con temperaturas extremas, del 01/12/2012 hasta el 28/02/2013.

**TABLA I.** Distribución de frecuencias de las temperaturas exteriores de verano.

CLASES	Frecuencias absolutas	Frecuencias relativas	Frecuencias relativas %	Frecuencias acumuladas	Frecuencias acumuladas relativas	Frecuencias acumuladas relativas %	Marca de clase
17-18,5	4	0,044	4,44	4	0,044	4,44	17,75
18,5-20	6	0,067	6,67	10	0,111	11,11	19,25
20-21,5	9	0,100	10,00	19	0,211	21,11	20,75
21,5-23	13	0,144	14,44	32	0,356	35,56	22,25
23-24,5	15	0,167	16,67	47	0,522	52,22	23,75

24,5-26	17	0,189	18,89	64	0,711	71,11	25,25
26-27,5	20	0,222	22,22	84	0,933	93,33	26,75
27,5-29	2	0,022	2,22	86	0,956	95,56	28,25
29-30,5	3	0,033	3,33	89	0,989	98,89	29,75
30,5-32	1	0,011	1,11	90	1,000	100,00	31,25
Total	90	1,000	100,00				

**TABLA II.** Parámetros característicos de las temperaturas exteriores de verano.

Media	24°C
Desv. Estándar	1,45°C
CV	0,06
Mediana	24,3°C
Moda	26,9°C

La temperatura media exterior fue de 24° C y la modal es de 26,9° C, estando esto de acuerdo con lo establecido por la Norma IRAM 11603 que, al dividir a nuestro país en zonas bioambientales, determina que nuestra región pertenece a la zona cálida, subzona II b, con un verano como estación crítica, con una temperatura media que supera los 24°C.

Para la estación Concordia la Norma fija:  
 T máxima: 31°C. La real fue de 31,3°C,  
 T media: 24,8°C, muy similar a la obtenida.  
 T mínima: 18,3°C, siendo la real 17°C.

**B: Análisis de las temperaturas en el interior de la cabaña – condiciones de verano**

Se realizó un análisis de los datos dados por los sensores y se determinaron los parámetros característicos que se presentan a continuación:

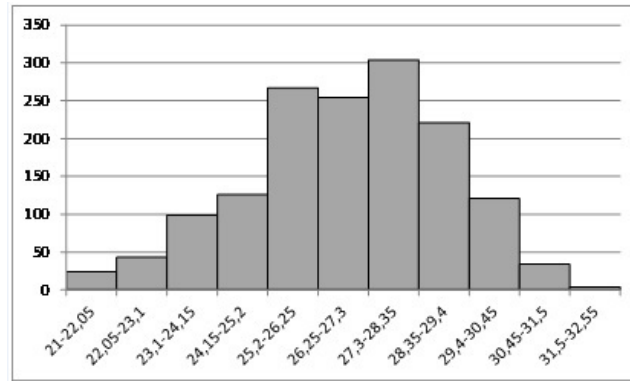
**TABLA III.** Parámetros característicos de las temperaturas interiores de verano.

Media	26,89 °C	
Mediana	27,03 °C	
Moda	27,7 °C	
Desviación estándar	2,08 °C	
CV	0,077	7,72%
1º Cuartil	25,52°C	El 25% de los días la temperatura máxima estuvo por debajo de 25,52°C
3º Cuartil	28,38°C	El 75% de los días la temperatura máxima estuvo por debajo de 28,38°C
9º Decil	29,48°C	El 90% de los días la temperatura máxima estuvo por debajo de 29,48°C

El valor de la mediana es de 27,03 ° C, o sea que el 50% de las mediciones se hallan por debajo de dicho valor y la otra mitad lo supera. La moda es de 27,7 ° C aproximadamente, por lo que ese es el valor de la temperatura máxima que se dio mayor cantidad de veces. Al ser una serie de datos bastante simétrica las medidas de centralización son muy similares. Por otro lado, el cuartil primero indica que el 25% de las observaciones se encuentra por debajo de 25,52 ° C y el tercer cuartil ubica al 75% de las mismas debajo de 28,38 ° C. Equivale esto a decir que el rango intercuartílico es de 2,86 ° C (28,38 - 25,52). La conclusión que se desprende de este análisis es que el 50% de las mediciones centrales están contenidas entre dichos valores, existiendo una amplitud de solamente 2,86 ° C.

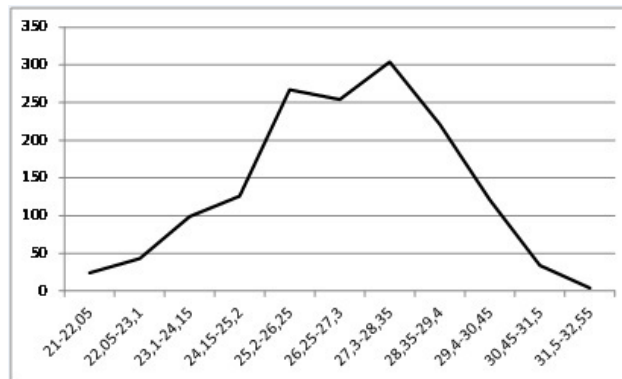
Se presenta además un análisis gráfico de la problemática en estudio para exponer con mayor claridad los resultados encontrados. En el histograma de temperaturas de la Figura 1 se observa que el intervalo modal, el que posee la mayor frecuencia absoluta, incluye temperaturas que van desde 27,3 ° C hasta 28,35 ° C. Asimismo se puede

apreciar una concentración de datos en la región central, disminuyendo la frecuencia o cantidad de casos hacia las colas de la distribución.



**FIGURA 1.** Se muestra el histograma de las temperaturas registradas por sensor ubicado en el interior de la vivienda en verano.

Observando el polígono de frecuencias de la Figura 2 se aprecia una distribución de datos bastante simétrica y con poca dispersión. Si se calculan las medidas de dispersión se encuentra que la desviación estándar es de 2,076 °C y el coeficiente de variación (CV) es del 7,72%. Se deduce de estos parámetros que los datos empíricos individuales de la variable temperatura se alejan en 8% aproximadamente con respecto al promedio.



**FIGURA 2.** Se muestra el polígono de frecuencias de las temperaturas registradas por sensor ubicado en el interior de la vivienda.

De la misma forma se realizó C: Análisis de las temperaturas exteriores – condiciones de invierno, D: Análisis de las temperaturas en el interior de la cabaña – condiciones de invierno.

**Etap 2: Análisis y cálculo de la transmitancia térmica total del panel**

El cálculo de la transmitancia térmica total de los cerramientos de edificios de arquitectura se determina con las siguientes fórmulas:

$$R_t = RS_i + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + RS_e \tag{1}$$

$$K = \frac{1}{R_t} \tag{2}$$

Ordenar:  $RS_e$  y  $RS_i$

siendo  $K$ : la transmitancia térmica total del cerramiento

$R_t$ : Resistencia Total al paso del flujo de calor.

$RS_e - RS_i$ : Resistencia Superficial exterior e interior del paramento del cerramiento (IRAM N° 11601).

$e_1 - e_2 - e_3$ : espesores en metros de las capas que componen el cerramiento según diseño.

$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$ : coeficientes de conductividad de cada material sólido del cerramiento (IRAM N° 11601)

De Tabla 1- IRAM 11605, se obtuvo el K máximo admisible en muros.

Se aplica luego la fórmula (1) (Azqueta, 2014), para tener la resistencia térmica total del panel.

Posteriormente con la fórmula (2) se obtiene el valor del K que deberá ser menor al dato extraído de la norma IRAM N° 11605 ( $K_{\text{máx}}$ ), según la zona de emplazamiento de la vivienda.

Para determinar los valores máximos admisibles de transmitancia térmica K se adopta el nivel de confort higrotérmico: Nivel B – Medio y se selecciona la zona bioambiental IIb, correspondiente a la provincia de Entre Ríos, según la norma IRAM 11603.

En condiciones de invierno: de IRAM 11605 – Nivel B, muros, K máximo admisible en muros:  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$

En condiciones de verano: de IRAM 11605, Zona bioambiental II – Nivel B, K máximo admisible en muros =  $1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Para el panel simple compuesto de dos tableros de madera y cámara de aire se obtuvo un valor  $K=1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Como el valor de K resultó superior al K máximo admitido, los alumnos realizaron posteriormente el análisis del panel canadiense y realizaron propuestas de soluciones, modificando los elementos que conforman el cerramiento. Para el cerramiento canadiense se obtuvo un  $R = 3,5 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{K/W}$  y  $K=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Se muestran a continuación fotos de la vivienda en construcción y terminada, así como el panel propuesto original canadiense.

A los efectos de completar la presentación sería conveniente dar los valores de  $K_{\text{máx}}$ , la K obtenida del análisis y, si es posible, la K propuesta para la mejora del diseño.



FIGURA 3. Foto de la casa canadiense en construcción.



FIGURA 4. Foto de la casa canadiense terminada.

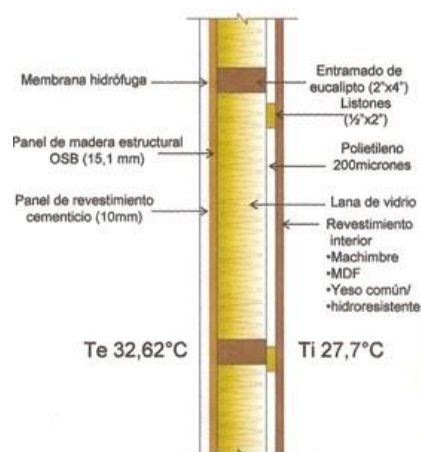


FIGURA 5. Detalle del panel original del diseño canadiense.

A partir del desarrollo de las diferentes etapas de trabajo anteriormente mencionadas y la evaluación de los trabajos presentados por los diferentes grupos de alumnos es posible indicar que el 85% de los estudiantes logró alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos, lograron analizar la distribución de valores reales de temperaturas exteriores e interiores de una cabaña aplicando los conceptos de estadística desarrollados en la asignatura Matemática III e Introducción a la Física, analizar y calcular la transmitancia térmica total del panel a partir de los conceptos abordados en la materia anteriormente mencionada, utilizar la normativa vigente para la construcción y sus límites de tolerancia para una construcción adecuada a los valores admitidos, desarrollar la capacidad de trabajar en equipo dado que tenían un número considerable de datos para procesar por lo cual el trabajo colaborativo era fundamental, al igual que la discusión de ideas para determinar las propuestas de mejora del aislamiento.

En algunos de los trabajos presentados manifestaron “nos sirvió este trabajo para aplicar lo dado en la cátedra a un caso real”, “fue útil desarrollar este trabajo para aplicar los conceptos desarrollados en la materia”, “nos permitió comprender mejor los conceptos dados y aprenderlos al aplicarlos en una situación real”.

#### IV. CONCLUSIONES

Esta propuesta didáctica permitió que los alumnos pudieran trabajar con datos concretos de temperaturas exteriores que corresponden a una zona bioclimática real y de temperaturas interiores medidas en la vivienda en estudio. Aplicaron los conceptos desarrollados en Física vinculados al calor y la temperatura, las formas de transmisión del calor, fórmulas y unidades de medida, la conductividad térmica de los materiales, las resistencias térmicas superficiales, transmitancia térmica total y su inversa, la denominada resistencia térmica total.

Adquirieron competencias en el manejo de la normativa vigente sobre el tema, cotejando los resultados hallados con lo establecido en las Normas IRAM, teniendo en cuenta la clasificación bioambiental de nuestro país y las características ambientales de la región y sus requerimientos.

Desde la perspectiva matemática utilizaron los conceptos y las herramientas de la Estadística Descriptiva para mostrar resultados mediante tabla, gráficos y parámetros característicos. Realizaron un análisis interpretativo de las medidas de centralización, dispersión y concentración como síntesis del trabajo.

Por otra parte, en cuanto a lo metodológico, se pudo trabajar con una unidad de análisis desde un punto de vista sistémico considerando e integrando las distintas temáticas que componen los contenidos de la asignatura. Se fomentó el trabajo en grupo, la discusión y la colaboración para indagar una cuestión inherente a la futura salida laboral del arquitecto.

También, se realizó un informe y la transferencia de los resultados al INTA para comunicar las mejoras propuestas en el cerramiento, con el propósito de satisfacer la normativa referente a la transmisión de calor en una vivienda de madera diseñada para las exigencias del clima canadiense.

#### REFERENCIAS



Arista González, G. y Robles, J. (2015). *Innovación educativa para la arquitectura: Compromiso de enseñanza/aprendizaje*. (702-710). México: Asociación de Instituciones de Enseñanza de la Arquitectura de la República Mexicana, A. C.

Azqueta, P. E. (2014). *Manual práctico del aislamiento térmico en la construcción - EPS - Poliestireno expandido*. Buenos Aires, Argentina: Asociación Argentina del Poliestireno Expandido.

Buttigliero, H. y Ferrante, A. (1995). *Formación de Recursos Humanos. Estrategias de Enseñanza para las Materias de Ingeniería. Capacitación docente*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.

Fernández Saiz, M. del C., Culasso, G. y Ruata, M. E. (2013). *Interdisciplinarietà en la enseñanza de diseño estructural: Seminario de Prácticas Interdisciplinarias para estudiantes de Arquitectura e Ingeniería*. Actas del 6° Congreso Regional de Tecnología de las Facultades del ARQUISUR, Tucumán, junio 2013.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios – Condiciones de habitabilidad en edificios – Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. (IRAM: 11605).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2002). *Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo*. (IRAM: 11601).

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2012). *Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. (IRAM: 11603).

Malbos, B. (2019). *Explorando los sentidos de la relación teoría – práctica y los modelos de formación*. Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.