



## TÍTULO

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA AMBIENTAL  
POS OCUPACIONAL PARA ESPACIOS PÚBLICOS**

## AUTORA

**Eliana Esperanza Ramírez Aramayo**

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011**

Director	Rafael Serra Florensa
Tutor	Jorge Camacho Saavedra
Curso	VIII Maestría en Energías Renovables: Arquitectura y Urbanismo. La ciudad sostenible.
ISBN	978-84-694-5051-2
©	Eliana Esperanza Ramírez Aramayo
©	Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
  - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- 
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
  - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
  - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



# **Metodología de Evaluación Ergonómica Ambiental**

---

## **Pos ocupacional Para Espacios Públicos**

**Tesis de investigación  
MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES  
PARA LA ARQUITECTURA Y EL URBANÍSIMO, CIUDAD SOSTENIBLE  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA**

**Director de tesis: Rafael Serra Florensa  
Tutor de tesis: Jorge Camacho Saavedra  
Mestrante. Eliana Esperanza Ramirez Aramayo**

**Septiembre 2010  
Cochabamba - Bolivia**



## Índice.

### Introducción.

#### I. Metodología

#### II. Esquema metodológico

### 1. Desarrollo de la Idea de Investigación.

#### 1.1. Planteamiento del problema.

#### 1.2. Objetivos.

##### 1.2.1. Objetivo general.

##### 1.2.2. Objetivos específicos

#### 1.3. Preguntas de Investigación

#### 1.4. Justificación

##### 1.4.1. Justificación pedagógica

##### 1.4.2. Justificación de Investigación

#### 1.5. Alcances

### 2. Marco Referencial - Investigación Preliminar

#### 2.1. Inspección del Contexto de Estudio

##### 2.1.1. Medio Ambiente

###### 2.1.1.1. Clima

###### 2.1.1.2. Microclima

##### 2.1.2. Cochabamba.

###### 2.1.2.1. Clima y Microclima de Cochabamba

#### 2.2. Selección del Campo de Estudio.

##### 2.2.1. Alrededor de la Arquitectura - Factores Externos

##### 2.2.2. Arquitectura Bioclimática

###### ➤ Etimología Histórica

##### 2.2.3. Confort Ambiental

###### ➤ Confort Térmico.

###### ➤ Confort Sonoro

###### ➤ Confort Visual

#### 2.3. Elección del Sujeto de Estudio.

##### 2.3.1. Investigación Temática.

###### 2.3.1.1. Características de los Equipamientos de Educación Superior.

###### ➤ Conjunto Funcional Pedagógico

###### ➤ Conjunto Funcional Vivencia/Asistencia

###### ➤ Conjunto Funcional Administrativo/Apoyo Técnico-Pedagógico



- Conjunto Funcional Servicios Generales
- 2.3.1.2. Normas de Diseño.

### **2.3.2. Análisis del hecho arquitectónico.**

- 2.3.2.1. Antecedentes Historicos
  - Contexto Externo
  - Contexto Interno
- 2.3.2.2. Características de la Poblacion Usuarías
- 2.3.2.3. Estructura física Funcional Funcionalidad
  - Zonificación
  - Áreas
  - Accesibilidad
  - Circulación

## **3. Marco Teórico**

### **3.1. Ergonomía**

- 3.1.1. Referente Histórico
- 3.1.2. Tipos
- 3.1.3. Multidisciplinariedad en Ergonomía
  - 3.1.3.1. Disciplinas relacionadas con la Ergonomía
  - 3.1.3.2. Ventajas de la Ergonomía
- 3.1.4. Ergonomía en la Arquitectura ..
- 3.1.5. Ergonomía en ambientes de aprendizaje

### **3.2. Enseñanza en la Educación Superior.**

- 3.2.1. Educación Superior
  - 3.2.1.1. Proceso de Enseñanza y Aprendizaje
  - 3.2.1.2. Concepción de la Enseñanza en la Arquitectura.
- 3.2.2. Percepción en ambientes de Enseñanza de Arquitectura
- 3.2.3. Habitabilidad de los edificios de Enseñanza e influencia de los factores ambientales en el trabajo
  - 3.2.3.1. Accesibilidad
  - 3.2.3.2. Iluminación
  - 3.2.3.3. Condiciones de Ruido
  - 3.2.3.4. Condiciones de Temperatura
  - 3.2.3.5. Condiciones de velocidad de aire
  - 3.2.3.6. Uso de los colores



- 4. Definición de la Investigación**
  - 4.1. Enfoque
  - 4.2. Tipo
  
- 5. Establecer Hipótesis**
  - 5.1. Definición de Hipótesis
  - 5.2. Definición de Variables
    - 5.2.1. Conceptualmente
    - 5.2.2. Operacionalmente.
  
- 6. Definición de la Investigación**
  - 6.1. Selección del Diseño de Investigación
  
- 7. Selección y Elaboración de Instrumentos**
  - 7.1. Evaluaron cuantitativa  
Evaluación cualitativa
  - 7.2. Consideraciones
  
- 8. Reporte de Investigación.**
  - 8.1. Conclusiones
  - 8.2. Recomendaciones



## Introducción.

*“A lo largo de los últimos años, en la tarea de reflexionar sobre las condiciones de habitabilidad en la arquitectura y de situar los proyectos en lugares concretos, con la preocupación por el medio ambiente, se ha proyectado, construido y evaluado, aprendiendo de nuestra propia experiencia y de otros, los usuarios; aplicando no solo la estricta opinión de los otros, si no, lo que se aprende de la perspectiva del otro al incorporarla con la nuestra”. (JAIME LOPEZ DE ASAIN- Arquitectura, ciudad y medioambiente.)*

Desde la antigüedad se ha visto como condición esencial de diseño los parámetros de **Confort Ambiental**, y en diversos países para manejar estas condiciones de diseño se ha implementado la **Ergonomía Ambiental** como una herramienta para acercarnos a las necesidades reales del usuario tanto físicas como psicológicas; buscando mejores condiciones térmicas, lumínicas y sonoras para que el rendimiento en función del espacio mejore.

De esta forma la Arquitectura Bioclimática emplea la Evaluación Ergonómica para definir las características ambientales del espacio a partir de la vivencia del propio usuario.

Con la necesidad de concretar las ideas que envuelven a esta temática, la Ergonomía Ambiental, se han leído textos y libros, llegando a formar un conjunto coherente y comprensivo, que han adquirido tal extensión y densidad, que ha permitido realizar este trabajo.



Este trabajo refleja la elaboración de una metodología de evaluación en cuanto a las condiciones Ergonómicas Ambientales (Temperatura, Luz, Sonido) de un espacio público, en el cual existen diferentes percepciones debido a la diversidad de características y factores de cada usuario, siendo tomadas en cuenta de una manera estructura dentro la ergonomía. Para esto se tomo como caso de estudio para la elaboración, aplicación y validación de la metodología a las aulas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba Bolivia; siendo espacios con diferentes características ambientales, la metodología propuesta nos permito definir aulas adecuadas e inadecuadas para la actividad que en ella se realiza, y relacionarla con el rendimiento de sus usuarios, pudiendo llegar a la definición de espacio ergónomos ambientales buenos o malos.

Con frecuencia en el transcurso de la realización de este trabajo se nos ha pedido definir qué es la *Ergonomía*. Apenas uno comenzaba a explicar, usando términos como antropometría o factores de riesgo, en muchos casos el interlocutor se veía cada vez más confundido; cuando se pasa a usar términos como parámetros y factores, la persona que preguntaba normalmente ya huyó, pidiendo excusas por preguntar. Es por eso que para realizar la evaluación Ergonómica se efectuó una investigación preliminar de conceptos y aplicaciones que ayudo ha entender desde sus inicios la Ergonomía, su relación con la Arquitectura y el Confort Ambiental. Entendiendo la importancia de una correcta interrelación entre la naturaleza y el hábitat construido que respete el medio ambiente y a la vez resulten confortables y seguras para sus habitantes.

Proponiendo, la implementación de conceptos que permitan la optimización de las condiciones interiores a partir de la interrelación de tres componentes: el clima, el hombre y el hábitat. Este proceso de optimización, propone el aprovechamiento de la luz natural, y el de la protección solar o captación de su radiación como estrategias bioclimáticas para que apoyen a un buen acondicionamiento natural brindando un confort psicológico y perceptivo en los usuarios, reflejado en su **rendimiento**.



La base de la estructura conceptual del caso de estudio y de la elaboración de las recomendaciones surgió del referencial teórico investigado, así mismo se tuvo conocimiento, de las características de las actividades desarrolladas en la edificación educativa. El estudio de caso mostró que, se debe tener la preocupación con los ambientes para que la actividad pedagógica se efectuó de una manera más eficaz. La metodología aplicada para la realización del estudio de caso fue apropiada, una vez que auxilió tanto en la definición de los problemas, en el análisis de las condiciones de trabajo y del comportamiento del hombre en el desarrollo de sus actividades.

Con miras a la importancia social de las investigaciones y tesis en la formación del individuo como ciudadano, capaz de transformar su realidad y producir un cambio en la calidad de vida, este trabajo contribuye para elaboración de estrategias de mejoría del ambiente físico de los espacios públicos en base a las sensaciones y percepciones de sus propios usuarios y del rendimiento de sus actividades.



## **I. Metodología de la Tesis .**

La investigación se concibió como un proceso construido por diversas etapas, interconectadas de una manera lógica, secuencial y dinámica; esto no implica que no sea posible regresar a una etapa previa o visualizar una etapa subsiguiente.

El proceso comenzó con una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se establecieron objetivos y preguntas de investigación, se revisó la literatura en una investigación preliminar para un marco referencial y se construyó el marco teórico que nos dará una perspectiva teórica de la investigación.

Después repasando los objetivos y preguntas de investigación se los traduce en una hipótesis; se elabora un plan de trabajo y se determina la toma de muestras, basada en herramientas y estrategias aplicada a la temática de Ergonomía y a evaluaciones de espacios pos-ocupacionales por último ya en el estudio del caso de apoyo, se recolectan los datos con los instrumentos de medición y los métodos de percepción, los cuales se estudian y los dispone en una cronología interconectada dando formación a la Metodología de Evaluación propuesta, la que nos mostrara las de deficiencias bioclimáticas de la envolvente arquitectónica basada en la propia percepción y sensación del usuario.



## DESARROLLO DE LA IDEA DE INVESTIGACIÓN.

### 1.1. Planteo del Problema.

¿Cuáles son las condiciones ergonómicas del espacio público, si existen una diversidad de sensaciones al contar con un alto número de usuarios? Y ¿De qué manera estas condiciones influyen en el desarrollo de las actividades desarrolladas en dicho espacio?

### 1.2. Objetivos.

#### 1.2.1. Objetivo General.

*Establecer una metodología de evaluación pos-ocupacional de Ergonomía Ambiental para espacios públicos como una herramienta que nos permita conocer las falencias bioclimáticas del espacio en base a la percepción de sus usuarios”.*

#### 1.2.2. Objetivos Específicos.

- A. Realizar el análisis funcional del hecho arquitectónico en estudio (Facultad de Arquitectura)
- B. Evaluar los Parámetros Ambientales en las aulas de la facultad de arquitectura.
- C. Determinar las actividades y problemas del proceso de enseñanza aprendizaje que se realiza en la Facultad de Arquitectura.
- D. Identificar las debilidades en la envolvente arquitectónica que interfiere en el rendimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- E. Plantear lineamientos arquitectónicos de sistemas pasivos para mejorar las condiciones ergonómicas de la facultad de arquitectura U.M.S.S.

### 1.3. Preguntas de Investigación.

¿Cuales son las características del clima del lugar de emplazamiento, en el caso de estudio la ciudad de Cochabamba?

¿Qué es Arquitectura Bioclimática? Y ¿Qué es Ergonomía?

¿Cuáles son las condiciones de los Parámetros de confort que existen en el espacio de estudio, aulas?



- ¿Cómo perciben estas condiciones de Confortabilidad los usuarios?
- ¿Intervienen estas características ambientales en el rendimiento de los usuarios?

#### **1.4. Justificación.**

El punto central para que el hombre necesite, diseñar, proyecte y construya un espacio es el propio hombre; el usuario que habitará, trabajará, y descansará en el espacio; por esto el espacio, tiene que brindar seguridad y bienestar para un adecuado desarrollo de sus actividades, cumpliendo con el objetivo para el cual fue concebido. Por esto, la relación del usuario con el espacio y las actividades que allí se realicen tiene que ser directa y estrecha, buscando cubrir de la mejor y más eficiente manera sus necesidades, para que el usuario tenga un adecuado rendimiento en este espacio.

Por otro lado, si se quiere mejorar el rendimiento que existe en un espacio construido, se tendrá que realizar una evaluación de las condiciones que el espacio ofrece al usuario, para el desenvolvimiento de sus actividades, por esto es importante conocer metodologías de Evaluación Ergonómica, que ayudaran a convertirlo en un espacio eficiente, seguro y confortable.

#### **1.5 Alcances.**

La investigación pretende implementar el uso de nuevos conceptos en la temática del diseño arquitectónico, propone el empleo de la Ergonomía no solo como una herramienta de evaluación si no también para que posteriormente se realicen las modificaciones a la envolvente arquitectónica ingresando en el proceso de diseño, tomando en cuenta el rendimiento que el usuario pueda tener en el espacio y la confortabilidad que el espacio le pueda brindar.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Selección del Contexto de Estudio.**

### 2.1.1. Medio Ambiente.

Hay dos sistemas fundamentales en cualquier ecosistema: la biota o comunidad biótica, que es la manera en que se conforman las diversas clases de organismos, y los factores ambientales abióticos.



El medio ambiente comprende la acción recíproca de muchos agentes físicos y químicos o factores abióticos, siendo los principales el régimen de lluvias (monto y distribución anual y humedad de suelo) temperatura (extremos de frío y calor, lo mismo que el promedio).

La relación de estos factores abióticos en cada día del año conforma el clima de una región. (NEBEL TOWRIGHT B, Ciencias Ambientales, 2001; 11)

En la integración del hombre con su medio, el clima constituye un factor ambiental determinante que influye de modo significativo en su vida: directamente, por medio de la conducción de sus costumbres, e indirectamente a través de la propia conformación de la naturaleza que lo rodea. (FERREIRO H., Arquitectura Solar, 1998; 47)

“El clima es el esfuerzo de la naturaleza para lograr el balance térmico de la atmósfera”. (CAMACHO SAAVEDRA J, Condiciones de habitabilidad en la vivienda, 2007; 52)

#### 2.1.1.1. Clima.

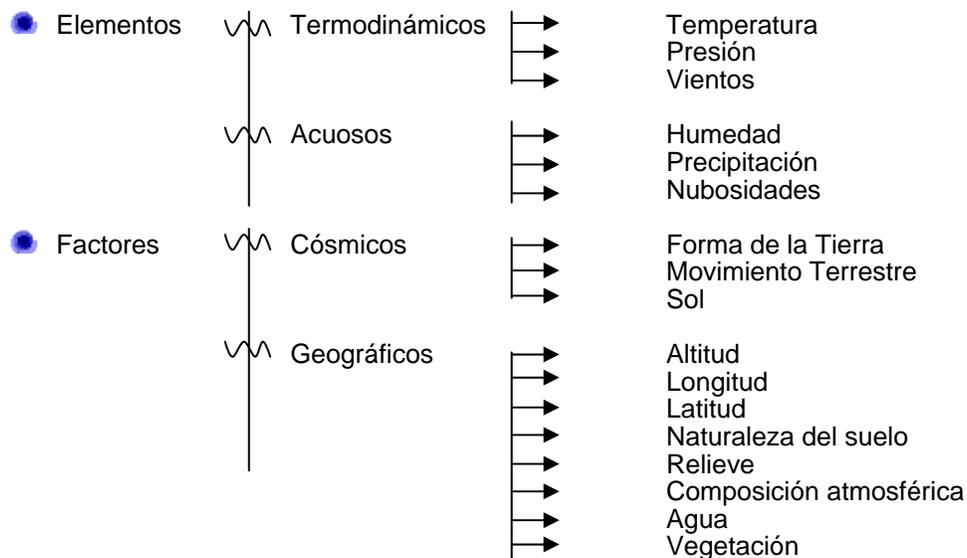
La palabra clima es de origen griego y significa etimológicamente “pendiente o inclinación” refiriéndose a la inclinación de los rayos solares al incidir sobre la superficie del planeta; además de la radiación del sol se debe incluir la latitud, la reflexión de la superficie terrestre, la distribución de las masas tanto terrestres como marítimas, y los

diversos factores locales que determinen los microclimas o climas de regiones vegetación, topografía, superficies de agua y desde luego las actividades humanas.

En una región determinada, los fenómenos meteorológicos que caracterizan al tiempo (nubes, lluvia, nieve, tempestades), se derivan de la circulación general de la atmósfera y de los cambios regulados por el equilibrio energético del planeta. (BARDOU P, Sol y Arquitectura, 1984).

Así mismo algunos autores afirman que “el tipo de clima, junto con la herencia racial y el desarrollo cultural, constituye uno de los tres principales factores que determinan las condiciones de la civilización”. (ELLSWOTH HUNTINTON, The Human Habitat, 1998; 56)

El clima también se define como la combinación particular de los elementos y factores que dan individualidad a una región geográfica y son:



El clima afecta e interviene directamente



con las características de las plantas y los animales en las diferentes regiones así como con el hombre, su forma de vida y sus necesidades.

Desde el momento en que la vida aparece se encuentra, para bien o para mal, regida por estas normas que la obligan a un ajuste íntimo con su ambiente natural éste puede ser amable o cruel, pero todas las especies vivas deben adaptar su vida a través de la selección natural, la mutación o encontrar defensas apropiadas para enfrentarse a los impactos ambientales. (OLGYAY VÍCTOR, Arquitectura y clima)

El clima llega a ser uno de los factores más importantes en el proceso de Diseño Arquitectónico. De las condiciones atmosféricas de un lugar, depende que la arquitectura sea de muros pesados o ligeros, de cubiertas inclinadas a planas, de color oscuro o claro, con grandes vanos o pequeñas ventanas, etc.; donde la edificación será un elemento protector y regulador que rechace o transforme la acción de los elementos ambientales naturales de un lugar. (RODRÍGUEZ VIQUEIRA, introducción a la arquitectura bioclimática, 2001)

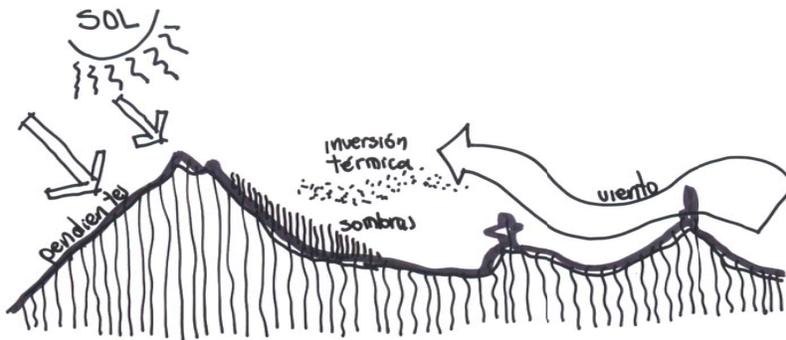
#### **2.1.1.2. Microclima.**

Un determinado lugar puede tener condiciones de temperatura y humedad muy diferente de las del clima general de la región, esto debido a la vegetación, topografía de la zona, contextos artificiales y actividades humanas que realizan ahí.

El microclima se refiere a las condiciones atmosféricas localizadas, detectadas a pocos metros de la superficie y que constituye el medio relacionado más estrechamente con el hombre y sus actividades, tales características climáticas de zonas puntuales son modificables con facilidad y muy vulnerables. En el diseño del espacio arquitectónico, se puede observar a menudo la creación de microclima en interiores o exteriores, debiendo ser su concepción un recurso importante para el proceso diseño ( HECTOR L., Arquitectura Solar,1992; 54)

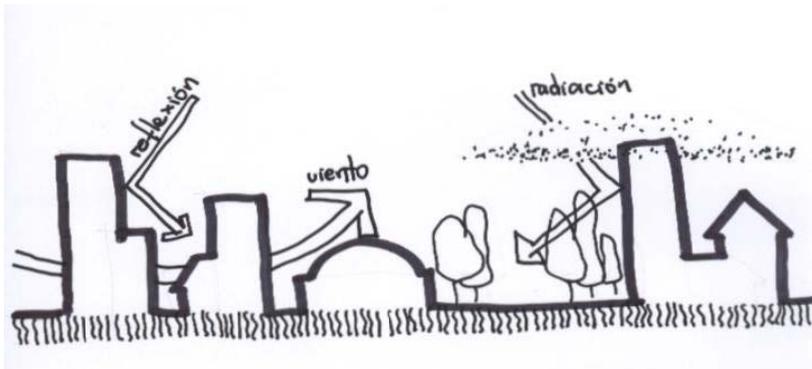


El microclima que una localidad tiene, es determinante para la arquitectura pero así mismo la arquitectura puede llegar modificar el microclima mediante su propio diseño y el diseño de exteriores, movimientos de tierra, cuerpos de agua o vegetación, variando el ciclo de recepción y de emisión solar que afecta a las superficies expuestas.



Es así que las superficies inclinadas, salvo que estén orientadas al sur, se calientan más que las superficies horizontales y el aire (viento) enfriado por la noche en los niveles mas altos aumenta de densidad y tiende

a deslizarse hacia abajo y acumularse en las depresiones, permiten atemperar y enfriar el entorno.



Así mismo la aportación diurna o la capacidad de almacenamiento de calor en las envolventes arquitectónicas varían en función a su material y

orientación, este calor recibido durante el día se propaga al interior, y se devolverá al exterior lentamente en la noche.

Las ciudades presentan algunas particularidades en su microclima, el polvo de las ciudades reducen las pérdidas de radiación de onda larga, los edificios y las superficies alquitranadas tienen una gran conductividad, durante el día la radiación reflejada por el suelo es recuperada por las paredes verticales, lo que hace aumentar la aportación y la restitución por la noche, "Son islotes de calor, observándose una



diferencia de temperatura de 3°C a 5°C en el centro de una ciudad y su alrededor. (PATRICK BARDOU, Sol y Arquitectura, 1984; 16)

### **2.1.2 Cochabamba.**

El departamento de Cochabamba está situado al centro de Bolivia, es en gran parte montañoso ya que está atravesado por el ramal Oriental de la cordillera de Los Andes, existen amplios valles en diferentes posiciones altimétricas, siendo los más importantes el de, Sacaba, Valle Alto, Cliza y Cochabamba como su capital. Una zona geográfica importante es el Chapare, considerada una de las cinco regiones con mayor precipitación pluvial del mundo, con índices que superan los 5.000 m.m. año, humedad que favorece la presencia de bosques impenetrables.

El clima del departamento de Cochabamba varía con la altitud; frío en las regiones de nieves de la cordillera; templado en los valles del flanco sur; frío a templado en la región de la ceja de monte del flanco norte de la cordillera; cálido al norte y la zona sudeste, la de menor precipitación pluvial del departamento, es cálida seca, caracterizada por una vegetación de cactus y plantas xerofíticas.

#### **2.1.2.1 La Ciudad y su clima.**

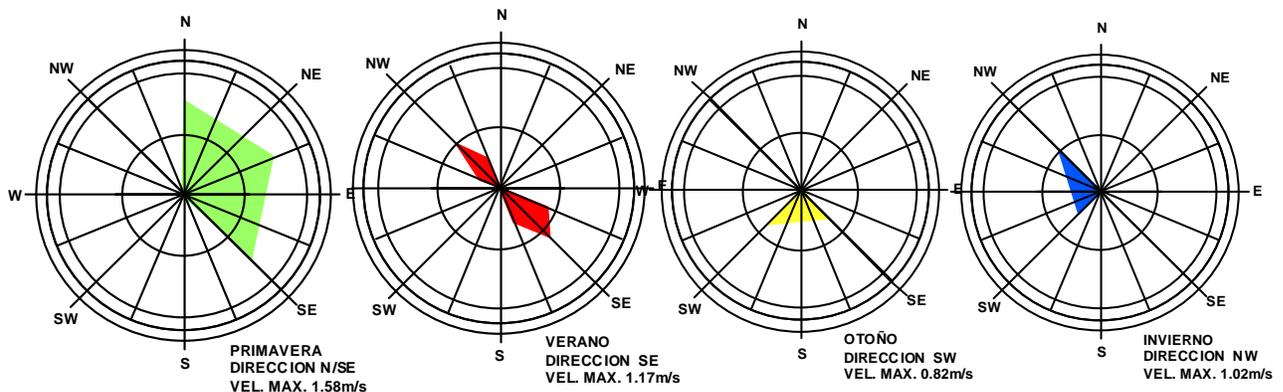
La ciudad de Cochabamba se encuentra situada en el valle central de Cochabamba, circunscrita al este y al oeste por la serranía de San Pedro y San Miguel y al norte por el Tunari que forma parte de la cordillera oriental de los Andes; este valle presenta una superficie de 39000 hectáreas, situadas en la coordenada 17°24'58" latitud sur y 66°10'28" de longitud oeste.

El valle de Cochabamba se encuentra ubicado en la región tropical, con los rasgos característicos de esta región modificados por la latitud, existiendo dos estaciones bien definidas, una época seca y una época húmeda, presentando diferencias de precipitaciones y temperaturas.

Entre las principales características meteorológicas de la ciudad de Cochabamba tenemos que la precipitación promedio anual alcanza a los 472 mm año y la temperatura promedio anual es de 17,9 °C, con una máxima promedio anual de 25 °C y una mínima de 8 °C para los meses de verano y de 1,5 °C para los meses de invierno; los meses de mayo a octubre conforman la época seca, con escasa precipitación y la temperatura promedio se encuentra por debajo del promedio anual, los meses de noviembre abril comprenden la época húmeda, observando mayor cantidad de la precipitación entre los meses de diciembre a marzo con temperaturas promedio por encima de la media anual. (Ins. Ecología UMSA y HMC -Climatología Urbana de la Ciudad de Cochabamba,2000,14)

### 2.1.2.2 Vientos locales.

A partir de la salida del sol empieza una fase con un balance positivo de la radiación, al existir un calentamiento de las superficies de las laderas expuestas al este encontrándose sin sombras; en base a que este aire caliente es mas ligero que el de la atmósfera libre, se forman vientos libres en las laderas, siguiendo los vientos ascendentes en los valles; el espesor de los vientos ascendentes aumenta rápidamente dependiendo de la intensidad solar, cuando el grado de nubosidad es relativamente alto, hay retraso para el inicio de los vientos ascendentes en los valles.



Durante la tarde la velocidad puede alcanzar máximas de hasta 4 -5 mts/seg y mayores en las laderas del Parque Tunari, a partir de la puesta de sol empieza la estratificación estable formándose una inversión térmica bajando las velocidades hasta 1 – 3 m/s, empeando la fase del aire



frío cuando hay suficiente aire frío en las laderas, empezando el sistema local de vientos nocturnos pudiendo durar este proceso hasta la madrugada.

La dirección del viento dominante en VERANO es S.E. con una velocidad media de 1.17 m/s. La dirección del viento dominante en INVIERNO es N.W., con una velocidad media de 1.02 m/s. (Ins. Ecología UMSA y HMC -Climatología Urbana de la Ciudad de Cochabamba, 2000; 15)

### **2.1.2.3 Islas de calor en Cochabamba.**

Se considera, como responsables de la ubicación de la isla de calor a la densidad de las edificaciones que caracterizan a la intensidad altas temperaturas y a un sistema de vientos locales que soplan desde la periferia hacia el centro de la ciudad. (RODRÍGUEZ VIQUEIRA, introducción a la arquitectura Bioclimática, 2001; 32)

En Cochabamba, los resultados de los recorridos de medición realizados por el Instituto de Ecología de la UMSA de la ciudad de La Paz y la H. Alcaldía Municipal de Cochabamba, indica que las diferencias térmicas entre el centro y las zonas rurales en dirección a Sacaba y Quillacollo se asemejan a experiencias similares en ciudades Europeas, que presentan la misma cantidad de población, con una isla de calor de unos 5 Km .

La parte más caliente que es el núcleo de la isla de calor se encuentra un poco al oeste de la ciudad debido a la influencia de vientos descendentes que viene de Sacaba; este viento transporta aire frío relativamente puro y es el responsable de la renovación de aire al oeste de la ciudad. Hacia las montañas de la cordillera, donde esta el Parque Tunari, se puede observar un ascenso de la temperatura debido al efecto de relieve, el aire frío de los cerros soplan hacia abajo mientras que las cotas más altas quedan a un nivel térmico más caliente, de esta forma se entienden las existencias de temperaturas relativamente altas en el Cerro San Pedro.



En época húmeda, la isla de calor no es tan acentuada con una dimensión de 2 A 3 Km. Donde la intensidad siempre dependen del grado de nubosidad; bajo un cielo cubierto, la isla de calor no puede formarse, además hay influencia de los vientos de gradiente (vientos generados por el campo de la presión del aire. (INS. ECOLOGIA UMSA Y HMC -Climatología Urbana de la Ciudad de Cochabamba,2000,17)

## 2.2. Selección del Campo de Estudio.

### 2.2.1. Arquitectura Bioclimática.

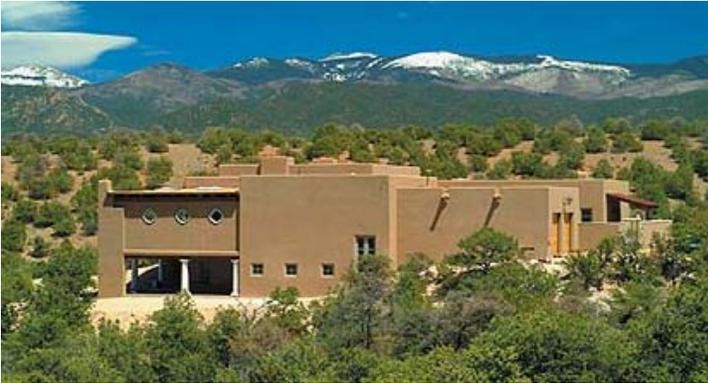
La raza humana en el transcurso de su existencia ha habitado encontrado dificultades climáticas en su entorno que el conjunto de la fauna, para minimizar estas dificultades tendría que habitar utilizando las características ambientales y climáticas del lugar y no ir en contra de ellas.

Al conocer el clima, es posible plantear soluciones arquitectónicas convenientes, y conociendo el microclima correspondiente al del entorno próximo, se podrá modificar o apoyar dicho microclima con la implementación de elementos vegetales o construidos.



El clima y el paisaje, son parte del entorno que da razón de ser a la Arquitectura y, a la vez, la obligan a defenderse, y a acoplarse a las circunstancias ambientales que las rodean (RAFAEL SERRA, Arquitectura y Climas,1999)

La elección de vestido y la adaptación o construcción de refugios, le da al ser humano la opción de establecer adecuadas condiciones de bienestar de acuerdo a sus necesidades de confort en un ambiente que no era favorable. Siendo la obra arquitectónica concebida en un proceso de integración del hombre con su medio ambiente.



Por esto, “es necesario manejar técnicas que permita diseñar espacios arquitectónicos en los cuales se considere al clima; conocer la forma en que reacciona el cuerpo humano a las variaciones de temperatura y humedad, al efecto del paso del viento, las ganancias solares, al ruido; así como las condiciones en que logra el equilibrio con los cambios que la naturaleza le impone. (MARIO HERNÁNDEZ TOLEDO, 2001)

La arquitectura popular se ha visto obligada a incorporar soluciones y sistemas flexibles, con facilidad de cambiar su acción según las circunstancias climáticas como persianas móviles que puedan impedir el acceso de la radiación solar en tiempo cálido pero que permitan la ventilación, generando microclimas favorables. (JORGE CAMACHO SAAVEDRA, 2007)



La Arquitectura Bioclimática se preocupa por el respeto al medio ambiente, la salud y la armonía de las personas que habitan los espacios, el respeto a la historia, a las técnicas de construcción tradicionales, a la nueva tecnología, etc.; junta todos los aspectos que intervienen en la

realización de un espacio sano, inteligente, en armonía con el entorno, diseñado a nuestro gusto, y a la medida de nuestras posibilidades y necesidades, desarrollando



una arquitectura armónica. Apoyada la arquitectura a el aprovechamiento de la energía solar, estableciendo que "el sol brilla para nosotros".

El sol, obligado a salir puntualmente todos los días para darnos su calor, nos es tan familiar, tan normal que nos olvidamos que existe, lo bueno es que el "no se olvida que existimos" y ahí está dispuesto a que aprovechemos lo que siempre hemos desperdiciado. (OLGYAY VICTOR, Arquitectura y Clima,2002;9)

### ⊕ Etimología Histórica.

El análisis histórico de la arquitectura vinculado con el estudio de las condiciones geográficas o ambientales muestra soluciones particulares que tienen que ver con las sensación de confort físico con el confort psíquico,

Desde sus orígenes, la arquitectura busca dar abrigo y protección a sus moradores. El hombre primitivo utilizo los elementos naturales a su alcance para



protegerse de los agentes climáticos adversos y de sus enemigos potenciales. Empezó habitando cuevas y poco a poco desarrollo la capacidad de modificar su entorno, aprendió técnicas constructivas que le permitieron establecerse y ubicarse en sitios de condiciones climáticas

desfavorables "Las cuevas eran seleccionadas de tal manera que fueran frescas en el verano y cálidas durante el invierno, orientadas para que permitan el asoleamiento invernal, la protección solar y la buena ventilación de los meses calurosos"

(RODRÍGUEZ VIQUEIRA, 2001)

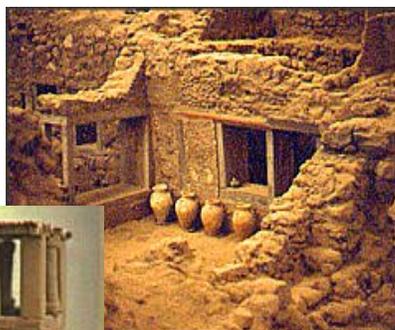


En la monumental Arquitectura Egipcia, en sus textos y documentos se puede encontrar títulos honoríficos y cargos públicos de los mayores arquitectos egipcios;



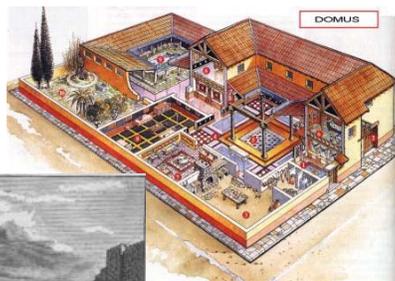
como ser., Arquitecto Imhótep (III Dinastía): "Canciller del Rey, superintendente de los archivos reales, jefe de los trabajadores reales, supervisor de los dones del cielo y de la tierra y del Nilo, protector el país " (PATETA LUCIANO, Historia crítica de la Arquitectura,2002;63)

El arquitecto de la época manejaba la orientación, asolamientos, viento y agua, como condicionantes en el diseño y traza urbana, algunos casos de ciudades egipcias, manejan orientaciones en los predios y en las construcciones protegiéndose de vientos desfavorables y aprovechando los favorables, orientando sus calles en función del movimiento del sol dando como resultado ciudades con alto grado de integración ambiental. Ellos manejaban el código de Hammurabi ( Babilonia,1760 aC) "si el arquitecto ha construido una casa para alguien, pero no ha hecho un trabajo sólido y la casa causa la muerte de su propietario, será condenado a muerte" (PATETA LUCIANO, Historia crítica de la Arquitectura,2002;72)



En Grecia, Manejaban principios de diseño como base para una arquitectura solar; "en las casas orientadas al sur el sol penetra en el pórtico de invierno, mientras que en verano el arco solar descrito se eleva sobre nuestras cabezas y por encima del tejado, de manera que hay sombras" (PATETA L, Historia crítica de la Arquitectura,2002;83)

Durante siglos, la orientación ha sido determinante en el diseño de las construcciones, y si bien tiene su origen en la búsqueda del bienestar físico, se ve apoyado por las demostraciones simbólicas y culturales, en algunas culturas de la antigüedad la visión del cielo con base a los puntos cardinales tenía que estar reflejada en el lugar que los edificios significativos se situasen. (LOPEZ DE AZAIN JAIME, Arquitectura y Medio Ambiente,2001;27)





En Roma manejaban, el código de Justiniano. (siglo XI) " si algun objeto se coloca de modo que quite el sol en su camino a otro, se considera una violación de su derecho al sol ".

Vitrubio dijo en *De arquitectura*: "El estilo de la edificios debe ser manifiestamente diferente en Egipto, que España, en Pontus, siendo países y regiones de características diferentes. Una parte de la tierra se encuentra abrumada por el sol en su recorrido otra se encuentra muy alejada de el y por último, existe una afectada por su radiación pero a una distancia moderada" "Ahora pues, si es un hecho de que los países difieren unos de otros y son diversos en clima, de forma que hasta los hombres nacidos en ellos se diferencian naturalmente en su conformación física y mental, no podemos vacilar en hacer nuestras casas adecuadas a las peculiaridades de las naciones y razas, porque la misma naturaleza nos lo indica".

La arquitectura contemporánea busca responder a la moda estética, sin considerar conceptos lógicos y simples que permiten lograr un espacio vital, se ha olvidado tomar en cuenta la ubicación del sol, como iluminarlo, ventilarlo adecuadamente, como calentarlo cuando hace frío o refrescarlo en tiempo de calor. (LOPEZ DE AZAIN JAIME, Arquitectura y Medio Ambiente,2001;131)

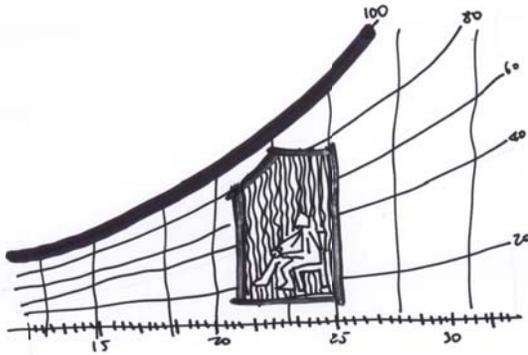
Por todo esto no existe una arquitectura "bioclimática" como una nueva tendencia o un estilo creado; bajo el concepto de las grandes civilizaciones antiguas, toda arquitectura tiene que trabajar en intima relación con su entorno, el clima ofrece un conjunto de datos, condicionantes o determinantes, para el diseño arquitectónico.

### **2.2.2. Confort Ambiental.**

El Confort Ambiental se define como la sensación agradable que siente el usuario en un ambiente determinado valorado a partir de las condiciones térmicas, visuales y auditivas. (Dra. ANA MARIA DE LA PEÑA, Introducción Bioclimatica, 2000)



El confort que el ser humano percibe en un espacio construido está conformado por dos componentes variables y dinámicos los parámetros y los factores, siendo su comportamiento más complicado al estudiarlos o analizar ambos componentes.



Los parámetros ambientales o parámetros de confort, son las características que el espacio brinda al usuario siendo percibidos por sus sentidos, son aquellos que son medibles estando relacionados con valores energéticos, son dinámicos, variables y dependientes de el diseño de la envolvente arquitectónica, (térmicos, acústicos, visuales, etc.) lo que permite que, puedan calcularse con unidades físicas conocidas (°C, decibelios, lux, etc.).

Por otro lado los factores de confort o factores ambientales son las características propias de los usuarios del espacio, influyen en su percepción del espacio y de sus características ambientales (parámetros de confort) pero son externas al espacio y al diseño arquitectónico, es más bien una consecuencia de las características biológico- fisiológicas como edad y sexo, condiciones sociológicas (tipo de actividad, la educación, el ambiente familiar, la moda, el tipo de alimentación, o climatización cultural) y psicológicas, siendo características individuales de cada uno de los usuarios.

El bienestar que ofrece un ambiente y como el usuario lo percibe depende de la combinación de los parámetros del espacio y los factores del usuario.



Cuando hablamos de "los climas de la arquitectura", entendemos que debe trabajarse el espacio a partir de los parámetros y factores

de confort entendidos como objeto de diseño, aplicándolos en dos niveles sucesivos. En un primer nivel dichos parámetros se diseñan para conseguir el adecuado bienestar en el espacio ocupado, en un segundo nivel el objeto del diseño sería la conformación del ambiente en términos perceptivos y estéticos; entendiendo así al ambiente como transmisión de información, que permite el reconocimiento consciente o inconsciente de las cualidades del espacio. (SERRA RAFAEL, Climas y Arquitectura,1999;43)

### 2.2.2.1. Confort Térmico.

El bienestar térmico se puede definir como el equilibrio térmico que logra el cuerpo humano en un ambiente dado que le permita desarrollar, sin dificultad ni molestia, cualquier actividad física o mental; trabajando con los factores de temperatura, humedad, ventilación y radiación solar.

El cuerpo humano, al realizar sus funciones vitales, produce calor llevándolo al organismo por la sangre; logrando una temperatura interna estable de 37 °C, pudiendo adaptarse a variaciones de temperaturas del medio donde se encuentran, mediante intercambios energéticos y mecanismos fisiológicos involuntarios (Lacomba, Sol y arquitectura,1992,106 )

El cuerpo humano pierde calor constantemente al evaporar agua por medio de la respiración y la transpiración, esto se incrementa cuando el entorno le produce un sobre calentamiento; además, disipa calor para enfriarse, tratando de mantener estable una temperatura que le facilite desarrollar sus actividades. (SERRA RAFAEL, Climas y Arquitectura,1999;43)



En un ambiente frío, para estabilizar la temperatura del cuerpo, un escalofrío activará los músculos produciendo calor, pero la producción metabólica de calor puede ser insuficiente. “Se debe evitar, con el vestido o



con el refugio que es un espacio arquitectónico, que el cuerpo pierde calor, al permitirle aislarse en un microclima más apropiado para su confort.” (HERNÁNDEZ TOLEDO MARIO – Arquitectura Solar,1992;81)

### ⊕ Bienestar térmico en interiores.

Los espacios interiores presentan, condiciones ambientales diferentes a las del ambiente exterior y teóricamente más adecuadas para la ocupación humana, la temperatura difiere del exterior, debido al efecto de barrera y acumulación de energía de los cerramientos, que absorben dicha energía de la radiación solar; encontrándose temperaturas y humedades algo superiores a las del exterior, debido al efecto de la ocupación y de la inmovilidad del aire al interior.



El conocimiento preciso de las variantes de temperatura y humedad del aire la dirección e intensidad del viento y las horas de sol disponibles del lugar donde se pretende ubicar la construcción, se pueden proponer diseños que cumplan con los requerimientos que el propio clima impone; determinando si se permite o se rechaza el rayo de sol, el paso del viento y el empleo de determinados materiales de construcción, de acuerdo con las exigencias de almacenamiento de calor o de enfriamiento de la construcción (HERNANDEZ TOLEDO MARIO, Bienestar Térmico Humano.)

“Para llegar a un diseño acorde con el clima, existen métodos y herramientas como Mahoney”<sup>1</sup>. Dichas herramientas nos permiten esbozar ideas y premisas para un diseño con los criterios antes mencionados, métodos como la geometría mongeana<sup>2</sup> Que nos permite prediseñar protecciones solares o las utilizar las graficas de Olgyay<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CARL MAHONEY – Arquitecto Británico, construyo las Tablas de Mahoney como investigación para diseño de escuelas en Nigeria por encargo de las Naciones Unidas

<sup>2</sup> Geometría diedrica, aplicada para diseño de protectores solares por la Dr. Anessia Barros Frota

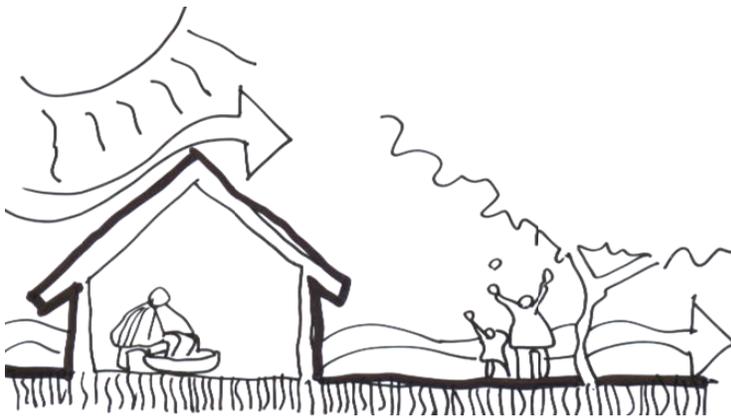
<sup>3</sup> graficas propuestas en el libro, OLGAYAY VICTOR, Arquitectura y Clima,2002



Para determinar si las condiciones ambientales del interior del espacio logran establecer dentro de la zona de confort.

### ⊕ Confort del Aire - Ventilacion.

El origen de la presencia de vientos es la radiación solar; el calentamiento no uniforme de las superficies del planeta bajo la acción del sol unido a su rotación, establece las pautas de los vientos que se generan en el globo, y a escala mas reducida las circunstancias geográficas y topográficas son las que determinan los vientos presentes; existiendo en cada lugar un régimen de vientos irregulares propios (B. NEBEL TOWRIGHT, Ciencias Ambientales,2001;106)

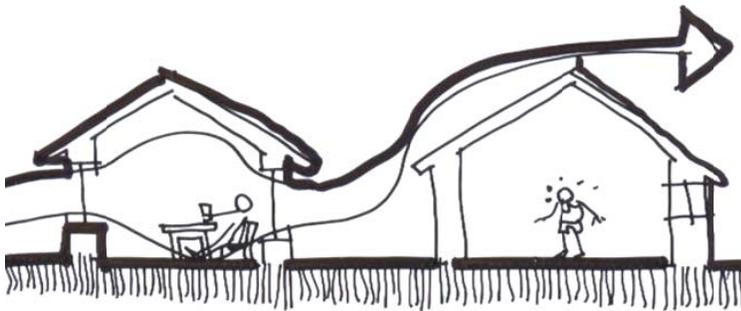


Las características de vientos de la zona se encuentran de forma grafica en las “rosas de vientos” que resumen, para cada mes o estación del año, la dirección de la incidencia de los vientos con su frecuencia e intensidad, teniendo una aproximación a la acción del emplazamiento sobre la arquitectura pudiendo proteger los edificios en caso de frío impidiendo la generación de corrientes de aire dentro los locales; y en caso de calor favoreciendo el paso de las brisas sobre los edificios permitiendo la adecuada ventilación interior. “Los flujos de aire sobre los cerramientos del edificio son sobre-presiones o depresiones que se crean sobre las diferentes superficies y que son las que generan las corrientes del aire, deseado o no, a través de los interiores” (SERRA RAFAEL, Climas y Arquitectura,1999;45)

La acción del viento sobre los edificios tiene reproducción directa e indirecta en las condiciones del ambiente interior: el viento influye en el microclima que actúa en las construcciones, incrementando la pérdida de calor de las superficies o cerramientos en las que incide, y penetra por abertura y rendijas, genera movimientos y renovaciones del aire interior; con todo esto no solo cambia las condiciones del interior

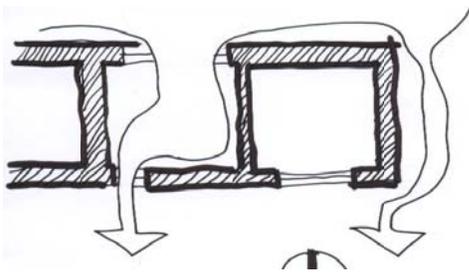


sino que también afecta directamente al bienestar térmico de los ocupantes “Cuando el viento pega a un edificio se crea una zona de presión alta en la cara frontal; el viento rodea al edificio y origina zonas de baja presión en las caras laterales y en la cara posterior” , (OLGYAY VICTOR, Arquitectura y Clima,2002;124) Naturalmente el aire tiende a entrar en los edificios por la zona de alta presión y salir por la zona de baja presión.



La localización y el tipo de aberturas de entrada determinan el patrón de flujo de aire a través del edificio; una abertura localizada al centro dará presión en ambos lados de la abertura, por lo que el

viento entrará de frente a la habitación; si la abertura no se encuentra al centro la presión será desigual lo que originará que el flujo de entrada sea diagonal con el sentido que provoca la zona de mayor presión. “El



tipo de abertura da una gran variedad de patrones de flujo de aire; la localización y el tipo de abertura de salida tiene poca influencia en los patrones internos de flujos de aire; pero entre más cambios de dirección sufra el aire en el interior reducirá su

velocidad”. (RODRIGUEZ VIQUEIRA – Introducción Arq. Bioclimática,2001,174)

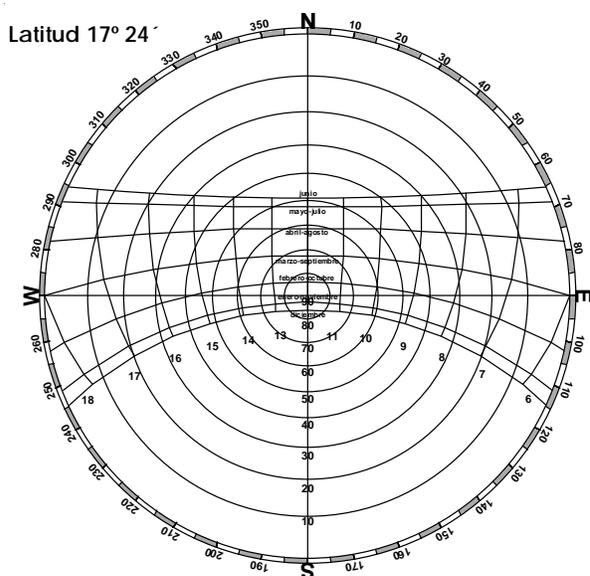
### ⊕ Control solar

Dependiendo de las características climáticas del exterior, podrá ser necesario modificar el clima interior, captando la radiación solar como calor en un clima frío o protegiéndonos de ella en un clima cálido. El sol, sometida a enormes presiones por su propio peso, produce como reacción la liberación de grandes cantidades de energía; esta energía al tener la capacidad de producir un cambio en el estado de la materia, puede convertirse en calor, pero solo los componentes de onda corta.

La energía proveniente del sol es la fuente primaria de calor en el planeta, en su núcleo ocurren reacciones de fusión termonuclear de una gran magnitud, al transformarse millones de toneladas de hidrogeno en millones de toneladas de helio, se disipan enormes torrentes de energía hacia el espacio. (LLANQUE CHANA JOSE, arquitectura Bioclimática,2001;12)

El flujo de esta energía, basada en la segunda ley de la termodinámica, viaja de un cuerpo con mayor temperatura a uno con menor temperatura, uno de los tres mecanismos de transferencia de calor es la radiación. La transición de calor por radiación no requiere de una conexión material entre los elementos intervinientes para que se produzca, solo por estar estos cuerpos a diferente temperatura se produce el flujo de energía desde el caliente al frío.

“El fenómeno de la radiación solar puede llegar a ser determinante en la construcción del confort térmico en interiores” (LLANQUE CHANA JOSE, arquitectura Bioclimática,2001; 28) Al ser que la temperatura interior del espacio depende de la temperatura de las paredes y estas de la radiación solar, el control de esta radiación va a ser crucial tanto en invierno como en verano. Con este objetivo se debera conocer la trayectoria solar para determinar el aprovechamiento de la radiación o protegernos con la ayuda de las sombras de ella. Una herramienta que da a conocer su trayectoria es la estereográfica.



“La carta estereográfica es una herramienta gráfica que permite predecir el movimiento del sol a lo largo del año, la estereográfica es la proyección de de la posición del sol sobre un plano tangente a la bóveda celeste en el polo norte celeste y paralelo al ecuador celeste tomando como referencia el polo sur celeste”. (CAMACHO

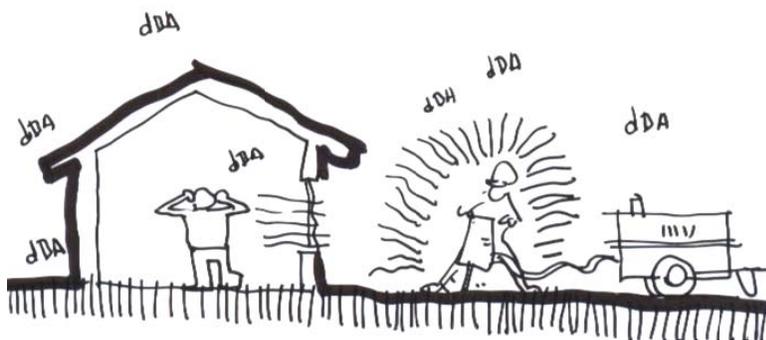


SAAVEDRA JORGE, Innovaciones Tecno Constructivas, 2007,112)

Es una gráfica que permite establecer las sensaciones climáticas a lo largo del año y durante los periodos diurnos. A partir de este cruce se definen las estrategias de apertura o protección al sol. Las curvas horizontales representan los meses del año, en la parte superior se encuentra el mes de junio, solsticio de invierno y en la inferior el mes de diciembre, solsticio de verano. Las curvas verticales representan las horas del día, de las 6:00 y 18:00 en los extremos este y oeste siendo los días más cortos en invierno y más largos en verano.

### 2.2.2.2. Confort Sonoro

Puede parecer insólito que al hablar de los climas de la arquitectura, exista el "clima del silencio", pero esto tiene pleno sentido si se esta analizando el ambiente interior en su acción sobre el ser humano que lo habita. (SERRA RAFAEL, Climas y Arquitectura,1999;57)

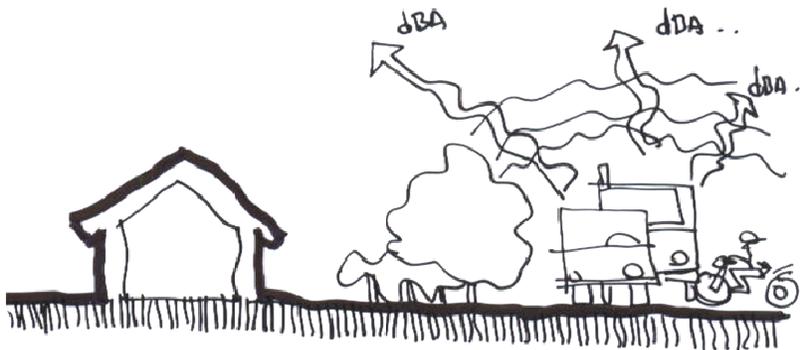


Las sensaciones sonoras alteran el estado físico, psicológico y emocional de los seres afectando su comportamiento de manera positiva o negativa. El sonido como los otros fenómenos ambientales refleja la presencia de una determinada energía (en este caso mecánica); desde un punto de vista físico un sonido (vibración mecánica en el aire captada por nuestros sentidos) se convierte en ruido cuando deja de ser un sonido puro (una única frecuencia) o un sonido musical (reparto de energía para las distintas frecuencias siguiendo un orden matemático); en una clasificación con criterios de tipo psicológico, cualquier sonido que escuchemos se convierte en ruido desde el momento en que se trate de un "sonido no deseado".

“Una arquitectura sensible a su entorno, obtiene mediante el diseño de ambientes de confort natural un desarrollo adecuado de las actividades humanas, este

trabajo aborda el confort acústico como problema de diseño arquitectónico para cualquier tipo de edificio” (RODRÍGUEZ VIQUEIRA- Intrduccion a la Arquitectura Bioclimática,2001,114).

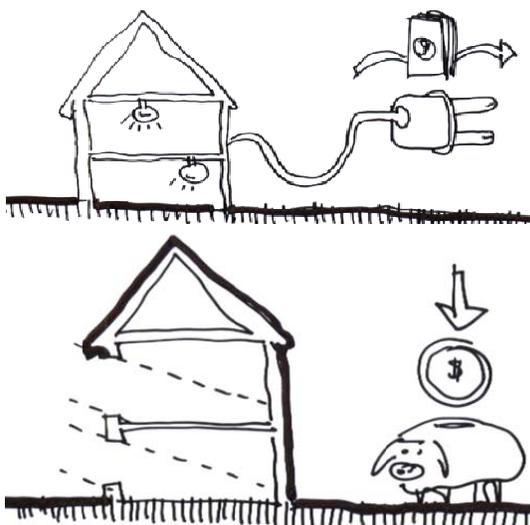
“Un ambiente acústico satisfactorio se define como aquél en el cual el carácter y magnitud de todo sus sonidos son compatibles con el uso satisfactorio del espacio ” (R.B. NEWMAN - Acoustics, Time Save Standar For Architectural Desing,2001)



Para trabajar con el sonido en la arquitectura se tiene que saber conquistar el silencio, con el uso de barreras, buscando obtener recintos que quizás no serán del todo silenciosos, pero en

ellos se pueda habitar de manera positiva; para esto se debe considerar la ubicación del edificio, donde, si es posible, debe buscarse la protección topográfica, en el caso de existir ruido predominante en una dirección, ubicándolo con la mínima superficie posible en esa dirección, como sucede con el viento e inversamente a lo que conviene hacer con el sol de invierno, el sonido puede amortiguarse ya en su recorrido o por medio de varias barreras ligeras que pueden dar mejor resultado que una pesada como la vegetación.

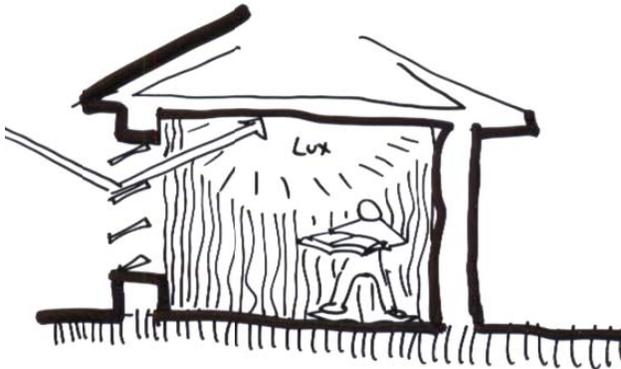
### 2.2.2.3. Confort Visual.



“La luz solar es la base mas importante para la percepción y la mas cómoda para la visión, cosa que a menudo parece que se ha olvidado. Entre todas las fuentes de luz que dispone el ser humano, la luz natural o del sol es la que ofrece uno de los mas elevados



rendimientos lumínicos, tomando en cuenta que reproduce los colores de la mejor forma posible". (SERRA RAFAEL, Climas y Arquitectura,1999;29).



La comodidad visual es la capacidad para ver con el mínimo esfuerzo aquello que se quiere observar; si ser afectado por el deslumbramiento, manejando la luz de forma indirecta, sobre aquello que es observado, repartida de forma uniforme por el espacio a ser iluminado. La luz en un espacio es sobre

todo un problema de equilibrio entre las claridades del mismo, se considera su direccionalidad que incide en los objetos (luz dirigida o difusa) produciendo sombras que acentúan o enmascaran su relieve.

### 2.3. Elección del sujeto de estudio de muestra.

Los ambientes de los equipamientos de educación superior deben considerar los intereses de la sociedad, de las familias, y de los jóvenes, la necesidad de convivencia de estudiantes y docentes, y la existencia de espacios confortables y flexibles. Abrigar las actividades de enseñanza y aprendizaje que son las funciones principales del edificio educacional y se componen de: aula; sala de lectura y actividades; y sala de múltiple uso. Así mismo espacios de las actividades de recreación, alimentación y la práctica de deportes, formado por: áreas verdes cubiertas y descubiertas, ambientes para dirección, administración y apoyo técnico-pedagógico: dirección; secretaría; sala de docentes; coordinación pedagógica; orientación educativa; espera general. Y espacios de servicio.

### 2.3.1. Análisis del Hecho Arquitectónico.

#### 2.3.1.1. Antecedentes Históricos



En 1957, la Escuela de bellas Artes creada el 1935, se convierte en Escuela de Arquitectura, en un escenario de recomposición geográfica, social, económica y cultural; con Acta de Consejo Universitario de la fecha 9 de agosto. En 1961 se consolida La Facultad de Arquitectura incorporando en su principio formativo el concepto de Ciencia, Arte y Técnica aplicada a la construcción, crea el Departamento Fotográfico con servicio para toda la Universidad, y se dio inicio al Instituto de Investigaciones Arquitecturales y Planeamiento.

#### 2.3.1.2. Características de la Población Usuaría.

Especificadas en cuanto a lo cuantitativo, sexo, edad, grado de instrucción y régimen de trabajo (TABLA 2) y compuesta por los profesores, personal de apoyo y alumnos.

La institución cuenta con 2812 alumnos y 101 docentes, siendo reconocida en el mercado profesional por la calidad de la enseñanza prestada.

Fac.Arq.	Docentes		Alumnos		Administ.	
<b>Cantidad</b>	101		2812		16	
<b>Sexo</b>	Mas :	94	Mas:	1963	Mas :	13
	Fem :	7	Fem:	849	Fem :	3
<b>Edad (años)</b>	25-40:	15%	16-21	30%	25-40:	10%
	40-55:	55%	21-25	50%	40-55:	85%
	55-70:	30%	25-30	20%	55-70:	5%



características población usuaria  
(mi. Jaime Gonzáles)

- **Estructura pedagógica** - Está organizada en cuatro áreas de conocimientos, con sus correspondientes asignaturas, respetando las características específicas de cada área, estas cuatro áreas son: Diseño, Sociales, Tecnología y Expresión; necesitando por sus contenidos temáticos, en sus diferentes asignaturas el manejo de materiales de formato de grandes dimensiones.

### 2.3.1.3. Estructura Física y Funcional

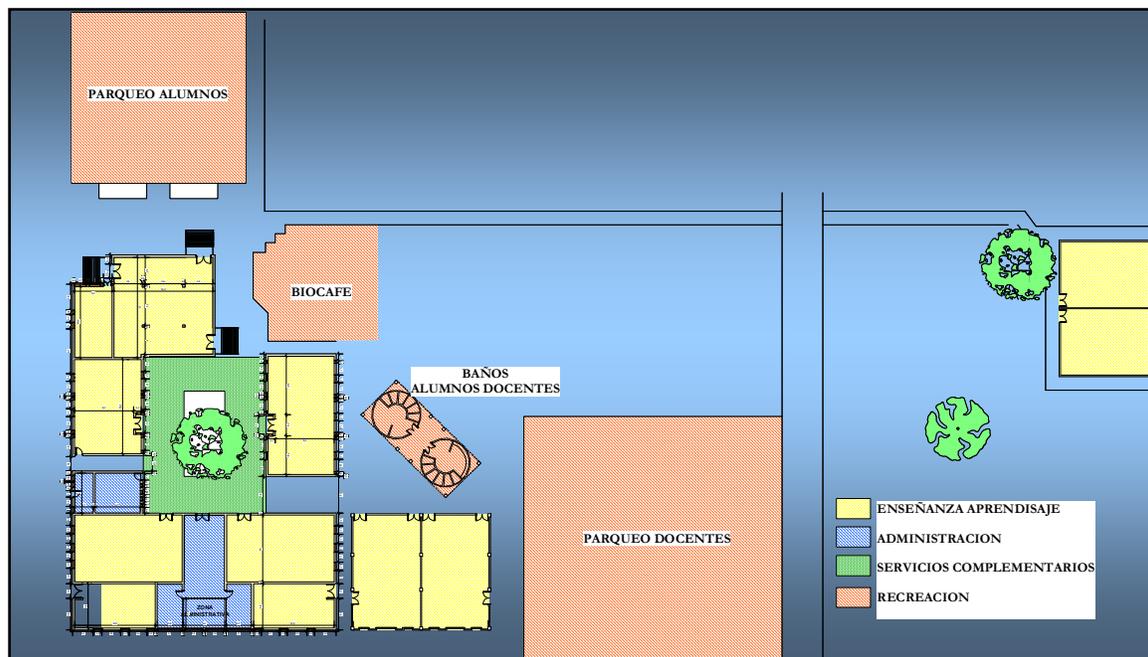


Se cuenta con un área construida de 442,86 m<sup>2</sup>; estructuralmente dividida en tres áreas: una principal compuesta por dos edificaciones, un bloque vertical y la otra horizontal radial (antiguos talleres de carpintería) y dos secundarias estando los ambientes en edificación compartida.

Las instalaciones de la facultad contemplan: 20 aulas, dos laboratorios, sala de

informática, auditorio, biblioteca, patio, sector administrativo y de servicio. fotocopiadora, librería

### Análisis Funcional - Áreas



La facultad de Arquitectura soportado por una estructura concéntrica, cuenta con las siguientes áreas importantes:

- Área de enseñanza – aprendizaje
- Área de administración
- Área de servicios complementarios
- Área recreacional

El área de Enseñanza y Aprendizaje, se encuentra distribuida en las tres zonas estructuran tés, comprendiendo:

- ✓ 1º Aulas de la zona principal de los antiguos talleres de mecánica y carpintería
- ✓ 2º Aulas del Bloque Multifuncional
- ✓ 3º Aulas del Bloque Nuevo
- ✓ 4º Aulas este o Gallineros.

Es el área en el cual se realiza el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje, teniendo como usuarios directos a alumnos y docentes de la Facultad.

- ✓ En su primer núcleo, se estructuraba a partir de un espacio distribuidor – socializador el cual relacionaba a las aulas más antiguas con características comunes dentro sus sistemas constructivos y en su diseño.

- ✓ En su segunda área ramifica hacia el norte, el bloque multifuncional, con talleres de diseño y el Instituto de Investigaciones de Arquitectura. Donde las aulas tienen sus propias características constructivas así como de soleamiento
- ✓ La tercera ramificación se la realiza en estrecha vinculación con el núcleo central, un bloque que alberga talleres de diseño que también sirven como aulas de asignaturas teóricas y la dirección de postgrado, con sus respectivas aulas. Estas aulas se caracterizan por tener una diferente orientación a las restantes teniendo una orientación predominante sud una secundaria oeste.
- ✓ Los talleres de diseño denominados gallineros conforman la ultima area pedagógica, conformada solo por dos aulas taller con fachadas de orientación oeste, y este, constituyéndose en otra ramificación del núcleo central.



1º Aulas de la zona principal de los antiguos talleres de mecánica y carpintería



2º Aulas del Bloque Multifuncional



3º Aulas del Bloque Nuevo



4º Aulas este o Gallineros.



### 3. MARCO TEÓRICO.

#### 3.1. Ergonomía.

Por su amplitud, la «ergonomía» puede abordarse desde diferentes puntos de vista, por esto la delimitación etimológica es un buen comienzo. La palabra ERGONOMÍA se deriva de las palabras griegas "ergos", que significa trabajo, y "nomos" leyes, significando literalmente "leyes del trabajo" (Identificación de problemas ergonómicos, ENCAC-COTEDI,2004;1) En 1940 el psicólogo británico Hywel Murrell unió los términos griegos ergos (trabajo) y nomia (conocimiento) para bautizar la ciencia que permite distinguir entre los factores humanos fisiológicos, psicológicos y sociológicos (Adaptación de edificaciones residenciales a escolares un enfoque ergonómico, ENCAC-COTEDO 2004;1)

Pudiendo decir entonces que es la acción de carácter multidisciplinar que se encarga del estudio de la conducta y las actividades de las personas, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo o entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, buscando optimizar su eficacia, seguridad y bienestar.

La Ergonomía nació para estudiar las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando los aspectos que afectan al diseño de productos y procesos de producción; eliminando las barreras que se oponen a un trabajo humano seguro, productivo y de calidad, mediante el adecuado ajuste de productos, tareas, herramientas y ambientes, buscando que el entorno laboral sea un lugar comfortable y saludable para un rendimiento óptimo.

En la concepción de los sistemas de producción, la ergonomía es una disciplina que nace de la necesidad de integrar los conocimientos existentes sobre el hombre en cualquier situación de trabajo, con una sólida metodología e instrumentos de análisis propios, recibe el apoyo de aquellas disciplinas que convergen en su interés por el comportamiento humano, de la fisiología a las ciencias cognitivas, de la biomecánica a



la sociología del trabajo, de la medicina a la ingeniería informática, del diseño industrial a la arquitectura.

Es así que, la ergonomía se establece como investigación de las capacidades físicas y psicológicas del ser humano aplicándolos en productos, equipos y entornos artificiales, buscando productos más seguros o fáciles de usar, como vehículos, electrodomésticos o ambientes; generando mejores procedimientos para determinadas tareas, desde cambiar un pañal hasta situaciones más técnicas como, soldar una pieza metálica.

Para la I.E.S. (International Ergonomics Society): La Ergonomía (o Factores Humanos) <sup>4</sup> es tanto la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema. Los ergonomistas contribuyen al diseño y evaluación de tareas, trabajos, productos, ambientes y sistemas en orden de hacerlos compatibles con las necesidades, capacidades, habilidades y limitaciones de las personas. Su propósito es asegurar que los humanos y la tecnología trabajen en completa armonía, manteniendo los equipos y las tareas en acuerdo con las características humanas.

Se considera conveniente citar el origen, proceso y algunas aplicaciones de la ergonomía en un *referente histórico*.

### **3.1.1. Referente Histórico.**

Con la necesidad de protegerse y sobrevivir, el hombre primitivo, “sin querer”, comenzó a aplicar los principios de ergonomía, al hacer sus utensilios de barro para sacar agua de los arroyo o al hacer instrumentos para defenderse y abatir animales.

---

<sup>4</sup> Factores Humanos: Término usado como sinónimo de *ergonomía*, que se usa en general para referirse a la rama que se desarrolló en los EE.UU. enfocada en los fenómenos de rendimiento cognitivo de las personas.



Pero, fue en la revolución industrial que la ergonomía comenzó a surgir, en las grandes guerras tuvo una importancia fundamental en el desarrollo de armas y equipamientos bélicos.

Diseñar los productos para adaptarse a los cuerpos y las capacidades de las personas no es algo nuevo, así como los hombres prehistóricos daban forma a sus herramientas y armas para hacerlas más fáciles de usar; en el siglo XX la búsqueda de la eficiencia y las exigencias de la fabricación en serie han estimulado la investigación, los psicólogos y fisiólogos han adquirido nuevos conocimientos sobre el funcionamiento de nuestros cerebros y cuerpos.

Se puede notar entonces, que la ergonomía surgió en función de la necesidad creciente del ser humano de querer aplicar cada vez menos esfuerzo físico y mental, en las actividades diarias. (MURREL, 1949)

Los ergónomos o ergonomistas surgen como científicos especializados en el estudio de la interacción de las personas con los objetos que entran en contacto, su trabajo proporciona información que ayuda a otros especialistas, como diseñadores e ingenieros, a mejorar la facilidad de uso de los productos que desarrollan; estando implicados en la fabricación de vehículos, productos domésticos, ropa y otros productos. Por ejemplo, el asiento del conductor de un vehículo debió diseñarse cuidadosamente para adaptarse a los distintos tamaños de los usuarios. El panel de control debió diseñarse de forma que no confunda al conductor con información excesiva o poco clara, que no sea ni demasiado tenue ni excesivamente brillante por la noche; tanto los fisiólogos como los psicólogos pudieron contribuir al diseño.

Es así como la ergonomía pasa a ser una parte importante del Diseño Industrial; que es la disciplina que trata de la concepción formal de los productos manufacturados, ocupándose del aspecto estético, de su eficiencia funcional y de la adecuación productiva y comercial. Los productos de los diseñadores industriales se volvieron más baratos de fabricar y más fáciles de usar que sus predecesores, vendiéndose mucho más, este movimiento llevó a la aplicación de formas aerodinámicas, formas naturales



eficientes (como las de aves y peces) y al diseño estilizado como emblema de la modernidad, *llamándolas formas ergonómicas*.

En la escuela de diseño de la Bauhaus<sup>5</sup>, el polémico debate de la Werkbund, se centraba en las relaciones entre las sensibilidades artísticas y artesanales, el uso de nuevos materiales en arquitectura y el diseño para la producción industrial. La pureza formal del movimiento moderno, que se aprecia especialmente en la obra de arquitectos como Le Corbusier o Ludwig Mies Van der Rohe, tubo una importante influencia en la naciente disciplina de la teoría ergonómica manejada en el diseño industrial (Vargas D. Medina R, Historia del diseño industrial,2003)

Antoni Gaudí <sup>6</sup> también fue un destacado diseñador, practicó la arquitectura esmerándose en la concreción de cada detalle con imaginativas formas y proponiendo un excepcional mobiliario completo de cada vivienda que proyectaba, entre sus piezas más relevantes se encuentran el sillón Calvet, la bancada del Parque Güell así como la silla y el banco Batlló, donde su exuberante genio se alió a las exigencias ergonómicas en una armonía insólita, que anticipó en más de medio siglo las innovaciones del diseño moderno.

En la actualidad, los diseñadores e ingenieros se basan en la investigación de los factores humanos, como por ejemplo los estudios experimentales de datos antropométricos (medidas corporales) y facilidad de uso, para ayudar a fabricar productos más fáciles de entender, más seguros de manejar y mejor adaptados al cuerpo humano. Los ancianos, los niños y los discapacitados son grupos especiales que pueden ser objeto de análisis ergonómicos.

### 3.1.2. Tipos

---

<sup>5</sup> Fundada en Weimar en 1919

<sup>6</sup> Gaudí (1852-1926), arquitecto catalán, máximo representante del modernismo y uno de los principales pioneros de las vanguardias artísticas del siglo XX. Su figura es una de las más sorprendentes de la historia de la arquitectura, tanto por sus innovaciones, en apariencia intuitivas, como por su práctica aislada de las corrientes internacionales e imbuida a menudo en el trabajo artesanal.



Aunque existen diferentes clasificaciones de las áreas donde interviene el trabajo de los ergónomos, podemos considerar la siguiente como la de mayor interés para los diseñadores:

- ⊕ Ergonomía cognitiva
- ⊕ Ergonomía de diseño y evaluación
- ⊕ Ergonomía de necesidades específicas
- ⊕ Ergonomía preventiva
- ⊕ Biomecánica y fisiología
- ⊕ Ergonomía ambiental

#### **3.1.2.1. Ergonomía cognitiva**

A este tipo corresponde lo referente al proceso de recepción de señales y de información, la habilidad para procesarla y para actuar con base en ella; teniendo aplicación sobre todo en el diseño y evaluación de software, de tableros de control y material didáctico.

La interacción entre el ser humano y estos componentes se sustenta en un intercambio de información que fluye en ambas direcciones. Si bien el usuario controla las acciones del sistema (o de la máquina) por medio de información que introduce y las acciones que realiza sobre éste, también es cierto que el sistema alimenta al usuario con cierta información, transmitida por medio de señales, esta información tiene que ser clara, nada confusa, manejando el signo expresivo y el diseño del color, iluminación, contrastes a fin de alcanzar un equilibrio conveniente en este intercambio entre bienestar y producción.

#### **3.1.2.2. Ergonomía de Diseño Y Evaluación**

Los ergonomistas participan durante el diseño y la evaluación de equipos, sistemas, utiliza como base conceptos y datos obtenidos en mediciones antropométricas, evaluaciones biomecánicas, características sociológicas y costumbres de la población a la que está dirigida el diseño, considerando los rangos y capacidades de la mayor parte de los usuarios (su tamaño fuerza y capacidad



visual), equipo de seguridad y trabajo, así como herramientas y dispositivos de trabajo, ayuda a reducir el esfuerzo y estrés innecesario en los trabajadores, lo que aumenta la seguridad, eficiencia y productividad del trabajador.

Considerando que una persona puede requerir más de una estación de trabajo para realizar su actividad, de igual forma, que más de una persona puede utilizar un mismo espacio de trabajo en diferentes períodos de tiempo. Así mismo, considera que el desempeño del trabajador es mejor cuando se le libera de elementos de distracción que compiten por su atención con la tarea principal, ya que cuando se requiere dedicar parte del esfuerzo mental o físico para manejar las distracciones ambientales, hay menos energía disponible para el trabajo productivo.

### **3.1.2.3. Ergonomía de Necesidades Específicas**

El área de la ergonomía de necesidades específicas se enfoca principalmente al diseño y desarrollo de equipo para personas que presentan alguna discapacidad física, sea parcial, total, temporal o para la población infantil y escolar.

La diferencia que presentan estos grupos específicos radica principalmente en que sus miembros no pueden tratarse en forma "general", ya que las características y condiciones para cada uno son diferentes, o son diseños que se hacen para una situación única y un usuario específico.

### **3.1.2.4. Ergonomía Preventiva**

Trabaja en íntima relación con las disciplinas de seguridad e higiene en las áreas de trabajo, dentro de sus actividades se encuentra el estudio y análisis de las condiciones de seguridad, salud y confort laboral; colaborados con las otras especialidades como la biomecánica y fisiología para la evaluación del esfuerzo y la fatiga muscular, determinación del tiempo de trabajo y descanso.

Algunos conceptos utilizados, que ayudaran a su comprensión son:



- ✦ Fuerza: Cantidad de esfuerzo muscular para realizar una tarea, a mayor necesidad de fuerza mayor grado de riesgo de lesiones músculo-tendinosas.
- ✦ Lesión laboral: Cualquier daño que sufra un trabajador, ya sea un corte, fractura, amputación, resfrió, etc. que derive de un evento relacionado al entorno laboral
- ✦ Riesgo: es la probabilidad o proporción de individuos "sanos" que contraerán una determinada enfermedad o desarrollarán una lesión
- ✦ Riesgo por desajuste ergonómico: Si las exigencias físicas, psicológicas o ambientales a las que están sometidos los trabajadores exceden sus capacidades surge la probabilidad de sufrir una lesion o enfermedad
- ✦ Seguridad Laboral. Sector de la seguridad y la salud pública que se ocupa de proteger la salud de los trabajadores, controlando el entorno del trabajo para reducir o eliminar riesgos. Condiciones de trabajo poco seguras pueden provocar enfermedades, lesiones temporales o permanentes e incluso la muerte; también ocasionan una reducción de la eficiencia y una pérdida de la productividad de cada trabajador.

Este tipo de contingencias ocurre con mayor frecuencia al manejar material, cuando los trabajadores deben levantar o transportar cargas pesadas. Las malas posturas en el trabajo o el diseño inadecuado del lugar de trabajo provocan frecuentemente contracturas musculares, esguinces, fracturas, rozaduras y dolor de espalda. Este tipo de lesiones representa el 25% de todas las lesiones de trabajo, y para controlarlas hay que diseñar las tareas de forma que los trabajadores puedan llevarlas a cabo sin realizar un esfuerzo excesivo.

Los estudios de la Administración de Salud y Seguridad en el Trabajo de los EE.UU. (OSHA) sobre factores de riesgo ergonómico han permitido establecer la existencia de 5 riesgos que se asocian íntimamente con el desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas.

- ✦ Desempeñar el mismo movimiento o patrón de movimientos cada varios segundos por más de dos horas ininterrumpidas.
- ✦ Mantener partes del cuerpo en posturas fijas o forzadas por más de dos horas.
- ✦ La utilización de herramientas que producen vibración por más de dos horas.



- ✦ La realización de esfuerzos vigorosos por más de dos horas de trabajo.
- ✦ El levantamiento manual frecuente o con sobreesfuerzo.
- ✦ Otros elementos también invocados como factores de riesgo incluyen factores ambientales (iluminación, ruido, temperatura, humedad, etc.) y psico-sociales (relaciones interpersonales, conflicto de rol, ambigüedad de rol, etc.)

### **3.1.2.5. Ergonomía Biomecánica**

La biomecánica es el área de la ergonomía que se dedica al estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la biología y de la mecánica clásica o Newtoniana, basándose en la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología. Su objetivo principal es el estudio del cuerpo buscando un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad, o rediseño de tareas y puestos de trabajo para personas que han sufrido lesiones o han presentado problemas por micro traumatismos repetitivos, ya que una persona que ha estado incapacitada por este tipo de problemas no debe de regresar al mismo puesto de trabajo sin haber realizado una evaluación y las modificaciones pertinentes; o en caso de que otra persona lo ocupe existe una alta posibilidad de que sufra el mismo daño después de transcurrir un tiempo en la actividad.

### **3.1.2.6. Ergonomía Ambiental**

Esta área se encarga del estudio de las condiciones físicas que rodean al ser humano, tales como: ambiente térmico, nivel de ruido, nivel de iluminación y ventilación, las cuales influyen en su desempeño durante la realización de diversas actividades. La aplicación de los conocimientos de la ergonomía ambiental apoya de sobremanera en el diseño y evaluación de espacios y lugares de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño así como la seguridad y el confort o bienestar de quienes trabajan en ellos.

#### **a) Ambiente Sonoro**

El ruido se puede caracterizar psicológicamente como molesto e indeseable, desde el momento en que se trate de un sonido no deseado<sup>7</sup> y desde el punto de vista de la comunicación por su bajo o nulo contenido informativo. El ruido no sólo interfiere en la comunicación verbal, también altera diferentes funciones del sistema nervioso,

---

<sup>7</sup>. 2.2.3.2 Marco Referencial - Confort Ambiental, Pág. 30



vestibular, cardiovascular, digestivo, respiratorio, e incluso de la visión, pero el más conocido y experimentado efecto perturbador del ruido es el que tiene sobre el sueño.

La función de los ergonomistas que se enfocan a esta área, es la de encontrar la forma de reducir, aislar o controlar la emisión de ruido para lograr una condición ambiental óptima para el desempeño, salud y seguridad de los trabajadores; solo en algunas ocasiones en el medio laboral el ruido puede resultar útil, ya que se permite advertir señales de averías o mal funcionamiento en la maquinaria.

### **b) Ambiente Lumínico**

La iluminación es un factor ambiental que interesa a los ergonomistas por su influencia en el desempeño de las tareas de los humanos, interfiriendo en la adecuada visualización de los objetos y entornos, en la percepción e interpretación la información y de señales visuales, y en la eficiencia y eficacia del trabajador,.

Los ergonomistas dedicados a esta área estudian los factores de la visión, las fuentes de iluminación, las lesiones o deterioro de la visión ocasionados por un mal empleo, así como las características y requerimientos de las tareas y el entorno.

### **3.1.3. Multidisciplinariedad en Ergonomía.**

En la actualidad existen distintas profesiones que atacan el problema de la optimización de los sistemas hombre(s) - máquina(s) desde diversos ángulos, desde la administración o gerencia, pasando por las relaciones laborales, la economía del trabajo, la higiene laboral, la seguridad industrial, la psicología laboral, la programación y control de la producción, el diseño y evaluación de espacios de trabajo, instalaciones y máquinas, la capacitación y entrenamiento laborales, la sociología industrial, etc., cada una de estas especialidades tiene a la vez la virtud y el defecto de ser exactamente eso, una especialidad.

Para poder coordinar los esfuerzos de mejoramiento de los sistemas antes mencionados, se requiere de una disciplina auténticamente generalista, con una



metodología de base que permita "explicar" congruentemente las múltiples variables que se derivan inevitablemente de todos esos distintos enfoques; ese tan importante papel está reservado a la Ergonomía, siendo en lo posible interdisciplinaria, y deberá ser capaz de constituirse en la argamasa conceptual de unión entre todas las especialidades ya mencionadas.

### 3.1.3.1. Disciplinas relacionadas con la ergonomía.

⊕ **La Anatomía**, que trata de la forma y estructura de los distintos órganos del cuerpo humano y del organismo en su conjunto.

⊕ **La Antropometría**, que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia las dimensiones considerando las distintas estructuras anatómicas. , siendo una de las áreas que fundamentan la ergonomía.

Las dimensiones del cuerpo han sido tema recurrente a lo largo de la historia de la humanidad, un ejemplo conocido es el dibujo de Leonardo da Vinci sobre la figura humana, “*El Hombre de Vitrubio*”, quedando ésta circunscrita dentro de un cuadrado y de un círculo se trata de describir las proporciones del ser humano «perfecto»; sin embargo, las evidentes diferencias de proporciones y dimensiones habidas entre los seres humanos no han permitido delinear un modelo preciso como descripción del tamaño y proporciones de los humanos, a este hecho se le conoce como la «variabilidad humana»; entonces los estudios antropométricos que se han realizado, se refieren siempre a una población específica.

⊕ **La Biomecánica**, que aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor permitiendo analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos.

⊕ **La Fisiología**, que se ocupa del funcionamiento de los sistemas fisiológicos del organismo humano, principalmente en el consumo metabólico durante el trabajo.

⊕ **La Psicología**, que trata de las pautas del comportamiento humano, actitudes y mecanismos implicados en la percepción y carga mental.

⊕ **La Ingeniería**, que se ocupa del diseño de las máquinas y equipos de trabajo así como de las instalaciones y acondicionamiento del medio ambiente físico.



### 3.1.3.2. Ventajas de la ergonomía

#### ⊕ Económicas:

El estudio ergonómico de espacios laborales nos aporta mejoras en los rendimientos y la productividad y nos previene de las pérdidas producidas por lugares inergonómicos. "hacer más seguro el entorno del trabajo resulta más barato que pagar compensaciones". (Leyes de compensación a los trabajadores 1908).

Siendo evidente que a veces en los puestos de trabajo se dan problemas de fatiga física y psíquica, por causas atribuibles a factores ambientales, hay que afrontar los problemas de, temperatura, iluminación, mejorando los diseños de dimensiones y diseño de puestos de trabajo, así como problemas de posturas poco ergonómicas, carga física de trabajo, esfuerzos y movimientos repetitivos.

#### ⊕ Humanas:

La ergonomía puede dar origen a multitud de lesiones leves (dolores cervicales, lumbares, espalda, vista, oído, tensiones nerviosas, etc.), enfermedades (resfriados, inicios de artritis, congestiones, deterioro de la vista y oído) que pueden dar lugar a bajas médicas, ocasionando tales lesiones, incomodidades a los usuarios. Si no se corrige la ergonomía del espacio de trabajo puede ocasionar enfermedades laborales de larga duración, con todos los inconvenientes que acarrearán.

Se tiene que tomar en cuenta multitud de factores que por obvios se olvidan, y sin embargo, también deben estar sujetos a medida y estudio.

### 3.1.4. Ergonomía en la arquitectura.

Así como se ha definido a la casa como "una máquina de vivir" (Le Corbusier) y desde la perspectiva de que el cometido de un ergónomo, según la definición, consiste en «adaptar la máquina al hombre» podemos entender la relación máquina-hombre que maneja la ergonomía en la arquitectura, vinculando las características y necesidades de los seres humanos con las características que el lugar o espacio pueda brindar a dicho usuario y analizar los aspectos que afectan al proceso de



producción; queriendo buscar que los espacios sean lugares comfortable y saludable para que el rendimiento sea mayor.

Si la ergonomía nació de la intención de perfeccionar las herramientas y utensilios del hombre primitivo, en el desarrollo de armas para las guerras, y en la búsqueda de optimizar los objetos fabricados en el siglo XX; Se entiende entonces que:

La Ergonomía en la Arquitectura busca mejorar los espacios, optimizando su habitabilidad tomando en cuenta las necesidades y percepciones del propio usuario; nos permite adaptar el ambiente donde cada uno de nosotros vivimos y trabajamos ajustándolo a nuestras necesidades específicas, proporciona técnicas para minimizar el impacto físico de sus actividades cotidianas, brindando un ambiente cómodo en el trabajo y en el hogar.

Los tres criterios fundamentales que tiene la ergonomía en la arquitectura son:

- ⊕ Participación o actividad: de los seres humanos en cuanto a su actividad sus capacidades, físicas y psicológicas, características, limitaciones , necesidades, y roles psicosociales.
- ⊕ Producción o rendimiento: de todo lo que hace a la eficacia y eficiencia productivas, rendimiento del Sistema Hombre-Máquina (o hombre-espacio)
- ⊕ Protección o seguridad: de la maquina (seguridad industrial e higiene laboral), y del entorno (seguridad, confort, bienestar, habitabilidad, accesibilidad)

Un estudio ergonómico puede ser aplicado en el hogar, en el transporte, en el ocio, en la escuela y principalmente, en el trabajo, o sea, en cualquier lugar <sup>8</sup> Proporciona numerosas oportunidades para responder inicialmente con la simulación a las necesidades y deseos de las personas; incluso pueden estimular necesidades y deseos no percibidos.



La Arquitectura maneja con prioridad la Ergonomía Ambiental, buscando el bienestar de los ocupantes, fisiológico y psicológico, considerando los parámetros ambientales como agentes de confort fisiológico, y también como transmisiones de información, perceptiva o estética; su papel en la arquitectura, no debe quedar relegado al de una área técnica de apoyo o corrección, sino que debe entenderse como objeto directo del diseño, capaz no solo de conformar el espacio sino ser protagonista principal del mismo. Las respuestas humanas a los parámetros ambientales, sea desde el confort o la percepción y la estética, son dependientes de la psicología de los usuarios del ambiente, desde la introversión a la extroversión, de la neofilia a la neofobia, de la claustrofobia hasta la agorafobia, etc. Siendo necesario por esto trabajar con la percepción directa del propio usuario.

### **3.1.5. Ergonomía en Ambientes de Aprendizaje**

Nuestro "ambiente" es el conjunto de condiciones y alrededores externos en que vivimos y trabajamos y que influyen en nuestro desarrollo y conducta. Cuando trabajamos, ponemos más atención en algunos aspectos del ambiente que en otros y algunos tienen más impacto sobre nuestra acción que otros.

Se hace una diferencia a veces entre los ambientes de aprendizajes físicos y psico-sociales, esta diferencia necesita un escrutinio más detenido si se quiere estar seguros de lo que se entiende por "un ambiente de aprendizaje". El ambiente físico consiste en cosas materiales no humanas. La ciencia de la ergonomía se ha concentrado en el diseño y la utilización de cosas físicas. Según Fraser el ambiente psico-social está compuesto por seres humanos individualmente o en grupos, y por sus actividades. Se puede argumentar entonces a favor de interpretar el ambiente de aprendizaje como "un lugar donde una comunidad de estudiantes realiza su trabajo" (Wilson-1996)

El trabajo dentro de un ambiente de aprendizaje, puede interrumpirse si estamos en un espacio ruidoso y concurrido o ayudado por la accesibilidad a los factores



externos que puedan servir de distracción tanto al alumno, como al que imparte la clase.

La preocupación por generar ambientes propicios para el aprendizaje ha estado presente siempre en el trabajo de todo educador. Al referirse a lo complejo de esta función Rocha Trindade (1990) hace su análisis de esos ambientes especialmente diseñados para la comunicación directa y recomienda “Asegurar un espacio físico para atender a los alumnos durante el período de actividades”.

Siguiendo el esquema de Apple (1973), distingue entre sus seis componentes básicos del ambiente de aprendizaje “El conjunto arquitectónico”, Mena (1992) por su parte agrega *“Ese hábitat necesita, antes que técnicos o decoradores, arquitectos entrenados que aseguren su estructura, delimiten los espacios y funciones que permitirán a los protagonistas del proceso vivir confortablemente en él”*.

La ergonomía es una fuente útil de inspiración, que motiva a conceptualizar los problemas del diseño, la dirección del ambiente de aprendizaje y la naturaleza del aprendizaje en sus ambientes (BARRAU PEDRO, fundamentos de la ergonomía, 2001)

La ergonomía nos obliga a concentrarnos en la realidad del trabajo de los estudiantes, y no en un punto de vista idealizado de cómo se debe realizar ese trabajo (BARRAU PEDRO, fundamentos de la ergonomía, 2001) Esto nos lleva a valorar los factores que intervienen, las características y necesidades tanto psicológicas como fisiológicas de los seres humanos; analizar y eliminar las barreras que se oponen a un trabajo humano seguro, productivo y de calidad, mediante el adecuado ajuste de los “ambientes de aprendizaje”

La ergonomía de los ambientes de aprendizaje necesariamente tiene que comprender, en qué manera proceden las actividades de aprendizaje dentro de su ambiente. La importancia de prestar atención a las consistencias entre actividad y ambiente, entre las necesidades de los estudiantes y las condiciones del ambiente que les ayuda a hacerlo.



En términos prácticos, la ergonomía del ambiente de aprendizaje asegura que se lleve un método sistemático centrado en el estudiante al diseño de la tecnología educacional, estando basado en la actividad del mundo real y teniendo la oportunidad de producir herramientas que hacen una diferencia en la vida laboral de los estudiantes. En términos científicos, proporciona una alternativa al desarrollo validado por una casi – experimentación de reacciones humanas, fisiológicas y de comportamiento, ante las condiciones de confort ambiental, causadas por factores externos de temperatura, de ventilación, de ruido e iluminación.

### **3.2. Enseñanza en la Educación Superior**

#### **3.2.1. Educación Superior o Terciaria.**

La educación superior proporcionar a hombres y mujeres un mínimo de habilidades brindándoles una capacitación laboral que les permita abastecer sus necesidades; teniendo como fines despertar el interés y el gusto por el conocimiento; hacerlos capaces de criticar; ponerlos en contacto con las realizaciones culturales y sociales enseñándoles a apreciarlas.

Para ver los retos de la Enseñanza Superior en la etapa actual y futura es necesario partir de ver a la universidad como la generadora del potencial humano que se necesita para la transformación y desarrollo de la sociedad. De aquí se desprende la toma de conciencia de la importancia que tiene este tipo de Educación para el desarrollo de la humanidad en las diferentes esferas de la vida. La educación superior hoy más que nunca es parte del mercado, debe vincularse a él y satisfacer las demandas y necesidades del sector productivo. La sociedad actual, la sociedad del aprendizaje, exige una mayor superposición entre el sistema educativo el productivo: La rapidez de los cambios y los avances tecnológicos de hoy obligan a una mayor interconexión entre el aprendizaje organizado y la producción.

Estas necesidades no podrán ser solo satisfechas con un listado de nuevas titulaciones, sino con el desarrollo de "cualidades personales", "estilos", "destrezas" y "calidad del producto", en definitiva qué actitudes y aptitudes han de caracterizar a los



universitarios que nuestra sociedad requiere. Que métodos se han de utilizar para transmitir el conocimiento y al mismo tiempo que factores pueden ayudar a este propósito. (HERNÁNDEZ DE DOLARA ANA, Educación Abierta,2003)

En los momentos actuales, la naturaleza cambiante del conocimiento y la complejidad que tienen los problemas para ser resueltos, hacen que el concepto de disciplina con el que se habían estado analizando, sea necesario cambiarlo y aparezcan nuevos conceptos como los de interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transdisciplinariedad, que apuntan a una mejor solución de los problemas que están en constante cambio y transformación. Esto requiere de trabajo en equipos, con especialistas de diferentes ramas del saber, capaces de analizar la diversidad de factores relacionados con el problema, desde su entorno, el ambiente en le que se imparte, hasta las vivencias del grupo. (Idalia Irene Isla Vilachá - Estudios sobre Educación Superior, Cuba,2002;214)

Existen muchas formas de abordar el aprendizaje en la educación superior y muchas concuerdan en algo, que una mejoría en la enseñanza no existiría si no se lograra articular los saberes con los problemas y dilemas reales que enfrenta cotidianamente en su ambiente de trabajo, el aula.

#### **3.2.1.1. Proceso de Enseñanza Aprendizaje.**

Hoy más que nunca la Docencia enfrenta diversos retos y demandas, la tarea del Docente no se restringe ya a una mera transmisión de información, ya que para ser profesor no es suficiente con dominar una materia o disciplina. El acto de educar implica interacciones muy complejas, las cuales involucran cuestiones simbólicas, afectivas, comunicativas, sociales de valores, etc. De manera que un profesional de la Docencia es capaz de ayudar positivamente a otros a prender, pensar sentir actuar y desarrollarse como persona; llegando el también a aprender de todo este proceso en un continuo intercambio de ideas. (DIAZ BARRIGA FRIDA,Estrategias Docentes Para un Aprendizaje Significativo,2003)



Desde diferentes perspectivas pedagógicas, al docente se le ha asignado diferentes roles: el de transmisor de conocimientos, el de animador, el de supervisor o guía del proceso de aprendizaje, e incluso de investigador educativo; dejando de reducirse a ser solo un facilitador del aprendizaje; tal que el docente se constituye en un organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento y a la vez esto va aumentando su propio nivel cultural. (HERNÁNDEZ GERARDO, Estrategias Docentes Para un Aprendizaje Significativo, 2003)

Tanto los conocimientos adquiridos explícitamente durante su formación profesional del Docente, como las experiencias y vivencias continuas en el aula configuran los ejes de la práctica pedagógica del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje.

### **3.2.1.2. Concepción de la enseñanza de la Arquitectura**

La consideración misma de la arquitectura según Morris (1996), abarca la consideración de todo el ambiente físico que rodea la vida humana, no podemos sustraernos a ella mientras formemos parte de la civilización, porque la arquitectura es el conjunto de modificaciones y alteraciones introducidas en la superficie terrestre, con el objeto de satisfacer las necesidades humanas...".

Normalmente, se tienen conceptos equivocados y deformados sobre lo que es arquitectura. Se cree generalmente que es suficientes un aceptable disposición para el dibujo y el éxito obtenido en las matemáticas en la secundaria, para "hacer edificios lindos". La arquitectura como arte y como ciencia ha ocupado una función vital en el desarrollo de los pueblos y de la cultura en el mundo entero y en distintas épocas.

Dado el momento histórico que se vive, se puede afirmar, sin temor a equivocarse, que en la actividad diaria, en casi todo lo que el hombre usa, está presente el diseño. No se puede imaginar a un publicista, sociólogo, educador, político, psicólogo, estudiante o ama de casa, que no lo tome como instrumento para satisfacer algún fin. ¿Pero qué es realmente el diseño y qué concretamente el diseño arquitectónico? El diccionario dice que el diseño es: "traza, delineación de un edificio o de una figura" y que diseñador es "el que diseña o dibuja". En otras palabras el diseño



trata de hacer visualmente comprensibles una idea, un proceso de realización, o una creación terminada; ya sea esta la de una silla, un tazón, una casa o una escuela.

La arquitectura es útil en la medida en que le sirva al hombre; es hecha para él, a la medida de sus necesidades; esto quiere decir un conocimiento profundo y un estudio constante de las conductas sociales, psicológicas y fisiológicas, que son las que regulan el comportamiento de los hombres en el quehacer histórico. Es el arquitecto al que le corresponde desde su posición humanista, ayudar a orientar esas conductas y valores por medio de su obra.

Una escuela de arquitectura no tiene como fin hacer arquitectos simplemente, sino el preparar a un ser humano integralmente en todas sus capacidades como son: imaginación, sensibilidad y discernimiento, para que con un buen método de investigación, de creación y de autocrítica, se forme él mismo a lo largo de la experiencia profesional. De ahí, la importancia que tiene en el campo de la docencia el explotar las cualidades humanas como: formación ética, mentalidad ordenada, responsabilidad, autocrítica, interés en la investigación cultural y científica y una meta más noble que el simple lucro, así como el estudio de las diferentes disciplinas propias de la carrera.

### **3.2.2. Percepción en Ambientes de Enseñanza de Arquitectura.**

En el caso de la percepción espacial los dos sentidos básicos involucrados son de la vista y del oído, normalmente ambos sentidos se complementan mucho más de lo que se imagina. La percepción visual es más precisa al transmitirnos una clara información y la percepción sonora nos permite evaluar características del espacio inapreciables para la vista. La transmisión de información, además de ser percepción, es también estética; los parámetros ambientales al ser energías que interactúan libremente con los seres humanos, generan impulsos de información, de los que resulta a la postre un mensaje estético, capaz de producir las emociones que generalmente asociamos con las expresiones artísticas más convencionales, de la música, la literatura y las artes plásticas.



Este papel estético de los parámetros ambientales, queda mas claro al analizar brevemente su capacidad para generar las sensaciones que asociamos habitualmente con el concepto de belleza; para ello se tomará en cuenta, como todos los tipos de expresión artística utilizan los mismos recursos básicos (“herramientas artísticas”) de composición, el ritmo (en el tiempo o en el espacio), el énfasis o el acento (positivo o negativo) y el contraste (de intensidad, de color, de tono, de volumen, etc.).

Se puede ahora, juzgar la capacidad de las energías ambientales para generar este tipo de expresión artística. En mayor o menor medida vemos que tanto los parámetros de la luz como del sonido, los térmicos y los del aire, tienen capacidad para establecer en el interior del edificio, en el tiempo y en el espacio, ritmos, énfasis o contrastes, con todas sus posibles variantes. En consecuencia se define que los parámetros ambientales son también portadores de información estética. (RAFAEL SERRA, Arquitectura y Climas,1999:75)

### **3.2.3. Habitabilidad de los edificios de enseñanza e influencia de los factores ambientales en el trabajo.**

Habitabilidad es la condición y la posibilidad del espacio de ser habitado, siendo calidad esencial y el objetivo mayor de todos los edificios, compuesto por diversas características.

#### **3.2.3.1. Accesibilidad.**

Siguiendo el concepto de accesibilidad para todos, como condición para buena calidad de vida, la arquitectura tiene un papel importante en la construcción de una sociedad inclusiva. Sin embargo, parte de los ambientes construidos poseen barreras que pueden ser visibles e invisibles. Las barreras visibles serían los impedimentos concretos, como la falta de accesibilidad en las edificaciones, y las invisibles forman parte de como las personas son vistas en la sociedad; la eliminación de la primera colabora para la disminución de la segunda (PRADO,1997)



En el caso de los ambientes educacionales, se recomienda que sean concebidos para acoger correctamente a los alumnos en especial a los portadores de deficiencias, para que usen el espacio con mayor autonomía, seguridad, comodidad y confort. La NBR de la ABNT establece criterios mínimos de calidad y confort en el que se refiere a la accesibilidad y seguridad; apunta tres factores de riesgos que pueden ser ofrecidos en un equipamiento educativo: su estado de conservación; el control de entrada de las personas y la accesibilidad, observando las dimensiones de pasillos, escaleras, y salidas.

### **3.2.3.2. Seguridad.**

Existen aspectos en cuanto a la seguridad que deben ser considerados: evitar instalaciones eléctricas expuestas y redes de distribución eléctrica y hidráulica cruzando ambientes internos; colocar cuadro de distribución de energía general próximo a la secretaría; evitar botijos de gas en local cerrado; tener la estructura principal del edificio en material resistente al fuego; definir correctamente los equipamientos contra incendio; evitar entrantes y salientes en los pisos, paredes; evitar pisos resbalosos; dotar de pasamanos en escaleras, rampas y terrazas; cerrar los límites del terreno; evitar plantas tóxicas y con espinas (MANUAL, 1996)

### **3.2.3.3. Dimensionamiento**

Debe buscar mejorar las condiciones ambientales, la ocupación y la flexibilidad de los espacios, y la utilización de los equipamientos; *aumentar la motivación, la satisfacción y la productividad*; disminuir los congestionamientos. En la elaboración de un proyecto de arquitectura, los movimientos y las dimensiones del cuerpo humano son factores que determinan la forma y el tamaño del espacio, los equipamientos y el mobiliario. Con base en el Manual del IBAM, se elaboró tabla de dimensionamiento y características de los ambientes educacionales, considerando las relaciones entre los usuarios, las actividades desarrolladas, el mobiliario y los equipamientos necesarios a las diferentes funciones del equipamiento de educación. (TABLA 1)



CONJUNTO FUNCIONAL PEDAGÓGICO								
Ambiente	Área mín./ usuario	Largura mínima	Compr. máximo	Pé-direito mínimo	Ventilação mínima	Iluminação mínima	Parede	Piso
Sala de aula	1,25 m <sup>2</sup>	3,50 m	8,50 m	2,60 m	1/10 do piso	1/6 do piso	Clara e semi impermeável	Lavável, anti derrapante
Sala de leitura e atividades	2,20 m <sup>2</sup>	3,50 m	-	3,00 m	1/10 do piso	1/6 do piso	Clara e semi impermeável	Anti derrapante
Sala de video	1,00 m <sup>2</sup>	3,50 m	-	2,60 m	1/10 do piso	1/6 do piso	Clara e semi impermeável	Anti derrapante
Sala de informática	2,00 m <sup>2</sup>	3,50 m	-	2,60 m	1/10 do piso	1/6 do piso	Clara e semi impermeável	Anti derrapante
Sala de múltiplo uso	0,50 m <sup>2</sup>	5,00 m	-	3,00 m	1/10 do piso	1/6 do piso	Clara e semi impermeável	Lavável, anti derrapante

**TABLA 1** – Dimensionamiento y características de los ambientes educativos de dibujo

*En ambientes con buenas condiciones de confortabilidad el individuo desarrolla las actividades de forma más satisfactoria como indica la literatura.*

#### **3.2.3.4. Iluminación.**

De acuerdo con IIDA (1998) en la elaboración de un proyecto arquitectónico planear cuidadosamente la iluminación de los ambientes de forma que la luz natural sea aprovechada, habiendo sólo un complemento con luz artificial. La Norma Reglamentaria 17 hace, las siguientes recomendaciones: *la iluminación debe ser uniformemente distribuida y difusa, proyectada e instalada de forma a evitar el ofuscamiento, reflejos incómodos, sombras y contrastes excesivos*; poseer los niveles mínimos de iluminación establecidos en la NBR 5413.

#### **3.2.3.5. Condiciones de ruido.**

El ruido puede ser definido como “sonido indeseable”, para unos, pero por otros no (\*IIDA,1998). Las aulas sufren con los ruidos provenientes de los patios internos, utilizados en los intervalos y/o en el transcurso de las clases. En búsqueda realizada con catedráticos y profesores, estos indicaron que las fuentes de ruido de mayor influencia son las de los propios alumnos en sala o en las circulaciones, la calle, y el patio interno. Es importante localizar las áreas en las cuáles son desarrolladas actividades ruidosas lejos de las actividades silenciosas, o utilizar barreras acústicas



como biombos, paredes de mampostería, paneles móviles y vegetación (\*DUL Y \*WEERDMEESTER, 2000).

### **3.2.3.6. Condiciones de temperatura.**

De acuerdo con Dul y Weerdmeester (2000), cuatro factores contribuyen para considerarse el clima confortable: temperatura del aire, temperatura radiante, humedad relativa y velocidad del aire. Influye también, el vestuario, la actividad física desarrollada por el individuo, nutrición, época del año, hora del día, edad y sexo. Para IIDA(1998), el calor radiante debe ser combatido con el aumento de la ventilación y la eliminación de fuentes de radiación de calor.

### **3.2.3.7. Uso de los colores.**

Los colores tienen influencia sobre el estado emocional, calidad de trabajo y productividad Couto (1995) destaca que: en áreas mayores se deben usar colores claros que propicien reflexión uniforme y en locales para trabajos repetitivos o amplios, se pueden usar colores estimulantes; y colores diferentes para separar áreas distinguidas de trabajo. El Manual del IBAM (MANUAL, 1996) afirma que el uso de los colores en espacios de enseñanza contribuye para un ambiente agradable y estimulante, y que en las aulas no se deben usar colores fuertes, pues excitan y quitan la concentración, recomendando tonos claros de beige, verde, azul o amarillo. En las áreas de recreación y en algunos detalles constructivos se puede optar por colores fuertes, y para el edificio, debe ser usado color neutral y básico.



## 4. Definición de la Investigación.

### 4.1. Enfoque.

La investigación será dirigida con un enfoque Mixto, ya que se usaran dos parámetros, cualitativo y cuantitativo dependiendo de los requerimientos que la investigación necesiten, siendo enfoques complementarios, cada uno servirá a una función específica para conformar la metodología propuesta.

Ambos enfoques se combinarán en el proceso de investigación, en la toma de muestras, y en el análisis de las mismas, trabajando con parámetros y factores; con mediciones de equipos y percepciones de los usuarios; manejando cuestionarios de preguntas abiertas y recolección de datos numéricos.

La metodología propuesta encontrará su conformación con la ayuda de varios métodos y estrategias que son empleados tanto en los diversos tipos de ergonomía como en educación ambiental. Después de una revisión a diversas investigaciones ergonómicas, ambientales y bioclimáticas así como de tesis y libros sobre las temáticas, se seleccionaron los métodos y herramientas que faciliten la recolección de los datos y valoricen ambos componentes del confort ambiental los parámetros y factores ambientales. Relacionándolos después con el rendimiento del espacio público, llegando de esta manera a una evaluación Ergonómica Ambiental.

Para esto se vio un caso de estudio, en el cual no solo se realizara la conformación de la metodología, sino también su aplicación y validación, al ir aplicando en diversos espacios públicos (aulas) con diferentes características ambientales, de orientación y constructivas en su envolvente arquitectónica.

**4.2. Tipo o Alcance de la Investigación.** La investigación será de tipo Correlacional, (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA , 1991; 114) <sup>9</sup> teniendo como

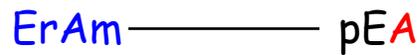
---

<sup>9</sup> Clasificación realizada por Danke – 1989, retomada por el libro como forma de estructuración y desechada por otros que clasifican los tipos de Investigación en tres: exploratorios



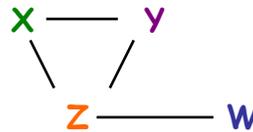
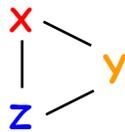
propósito conformar y validar una metodología con base en la evaluación de la relación que existe entre dos variables, en un contexto publico particular; evaluando cada variable presuntamente relacionada y después analiza su correlación.

Las investigaciones correlacionales pretenden responder preguntas de investigación como: ¿A mejores condiciones de confortabilidad en el ambiente, aumenta el rendimiento de los alumnos?; analizando en esta ocasión solo dos variables lo que podría representarse como:



ErAm = Ergonomía Ambiental  
pEA = Rendimiento de los Alumnos

Pudiendo ser en otras ocasiones de tres o más variables, con relaciones múltiples.



La correlación será positiva ya que la hipótesis mostrara que altos valores en una variable tenderá a dará altos valores la otra, teniendo de esta manera una Hipótesis de Causalidad

---

descriptivos y explicativos. Sin embargo Danhke aumenta a esta división las Correlacionales, clasificación que fue adoptada por la investigación.



## 5. Establecer Hipótesis.

La Hipótesis indica lo que se esta buscando o tratando de probar y se define como “explicación tentativa del fenómeno que se formula a manera de proposición” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA , 1991; 140) <sup>10</sup>.

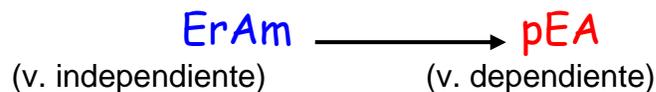
Tiene como función ser la guía de la investigación, que ayudara a la confirmación de la Metodología, proporcionando orden y lógica al estudio, pudiendo llegar a probar o sugerir teorías.

La Hipótesis de Investigación  $H_i$  o Hipótesis de Trabajo es la proposición tentativa acerca de la posible relación entre dos variables, siendo en este caso una Hipótesis Correlacional

La Investigación Correlacional tiene una Hipótesis Correlacional de Causalidad, estableciendo la relación entre dos variables siendo entonces de correlación bi-variada

*“Todas las aulas de la facultad de arquitectura de la Universidad Mayor de San Simón, tienen características ergonómicas ambientales para la actividad de enseñanza y aprendizaje”*

La relación de causalidad entre las dos variables propone un “sentido de entendimiento” de ellas estableciendo una relación de causa y efecto, pudiendo simbolizarse como:



Planteando una relación entre una variable independiente y una dependiente influyendo la primera en la segunda.

<sup>10</sup> Existen diversas formas de clasificar las hipótesis, la investigación se baso en la siguiente clasificación: 1.hipótesis de investigación 2.hipótesis nula 3.hipótesis alternativa 4.hipótesis estadística



## 6. Presentación de la Investigación.

Para llegar al objetivo establecido, se realizará la evaluación de las Condiciones Ergonómicas Ambientales de las aulas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Mayor de San Simón una entidad estatal de Enseñanza Superior, localizada en la ciudad de Cochabamba, para esto se tomará en cuenta (como Universo de Investigación) los ambientes, aulas, en los cuales se realizan la actividad de Enseñanza y Aprendizaje (para Pregrado), como muestras separadas, donde se realizara la conformación de la Metodología de Evaluación Ambiental para espacios públicos, en la primera muestra y posteriormente dicha metodología se validara en las siguientes muestras.

En el Análisis de Sitio que se realizo en la Investigación Preliminar se determino que la facultad refleja funcionalmente cuatro áreas :

- Área de enseñanza – aprendizaje
- Área de administración
- Área de servicios complementarios
- Área recreacional

En el Área de Enseñanza y Aprendizaje se encuentran los ambientes a ser evaluados con tipologías diferentes de forma, orientación, y sistema constructivos, estas aulas se encuentran distribuidas en las tres zonas que se divide la Facultad estructuralmente, explicando este proceso en el análisis del hecho arquitectónico en el contexto interno realizado con anterioridad, teniendo como unidades de análisis los usuarios de dicha área a Docentes y alumnos de la Facultad; realizando sus actividades en un horario de 7:00 a 12:00 am. y 2:00 a 10:00 pm., llegando a estar estos ambientes ocupados en su mayoría el horario completo.

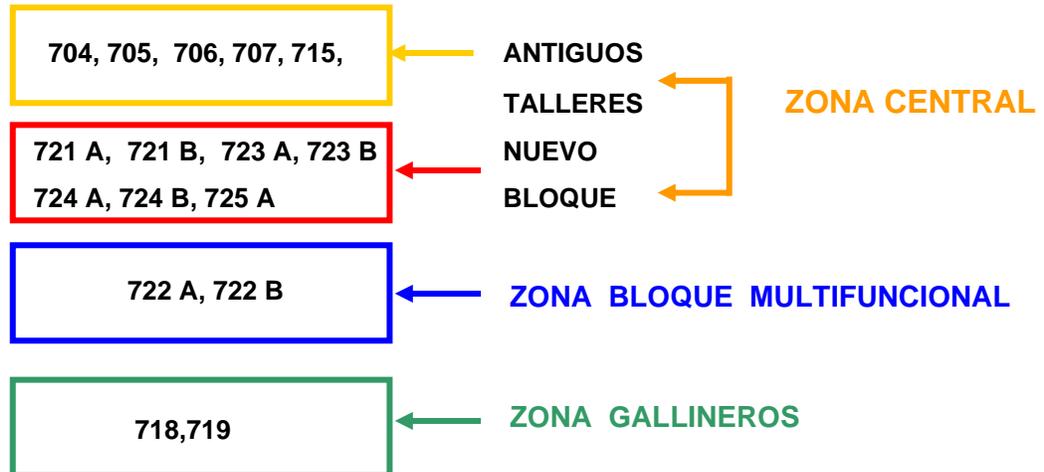
### 6.1. Toma de muestras.

En el análisis de sitio realizado en la investigación preliminar, se ha visto que la Facultad de Arquitectura de UMSS esta estructurada en tres Zonas, en las cuales se encuentran distribuidas las aulas, ambientes en los cuales se realiza el Proceso de

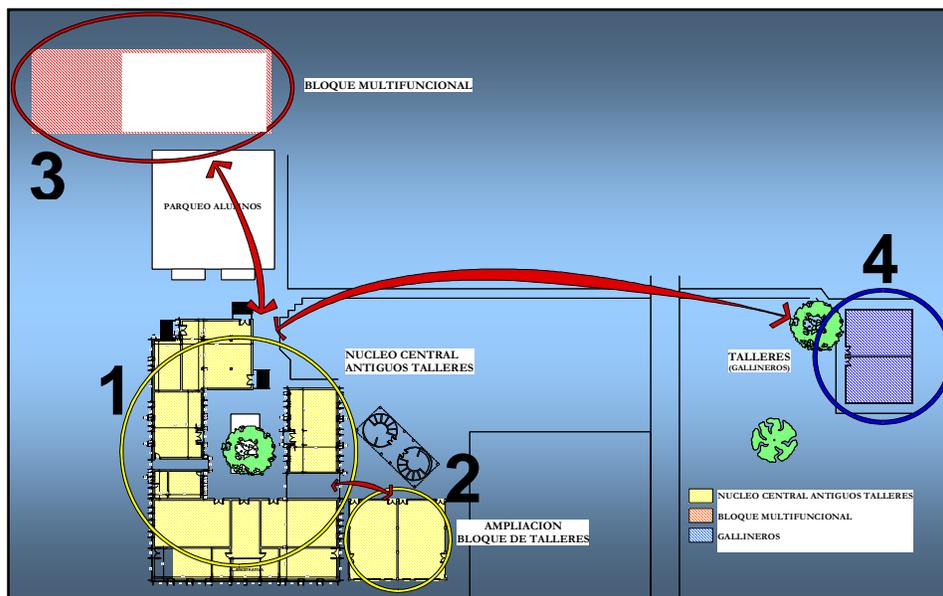


Enseñanza y Aprendizaje, que serán los ambientes de los cuales se evaluara sus Condiciones Ergonómicas Ambientales.

Para esto se realizara la toma de datos mediante un método de muestreo, queriendo obtener la mejor calidad de datos; teniendo como Marco Muestral la lista de las unidades del universo, siendo las aulas para Pregrado:



El método adoptado será el de Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE), definiendo Grupos o Estratos debido a las diferentes tipologías de aulas y a su diferenciada ubicación, levantadas en la consolidación de las instalaciones de la Facultad; la selección de datos de cada estrato será proporcional a su tamaño; y para lograr la homogeneidad en cada estrato se tomaran cuatro Grupos, formados al tomar en cuenta la tipología formal y de ubicación:



- 1) Bloque Central
- 2) Bloque Nuevo
- 3) Bloque Multifuncional
- 4) Gallineros

De esta forma se ha considerado como tipologías de aulas para



muestras representativas a:

AULA	ESTRATO	CONSIDERACION - SELECCION
715	BLOQUE CENTRAL	
707	BLOQUE CENTRAL	
723 A	BLOQUE NUEVO	
725 A	BLOQUE NUEVO	
722 A	BLOQUE MULTIFUNCIONAL	Orientación Sud - Oeste
719	GALLINEROS	Orientación Sud - Oeste

## 6.2. Diseño de la investigación.

Es necesario plantear un plan o estrategia, que se desarrollara para obtener la información requerida y alcanzar los objetivos planteados.<sup>11</sup>

Para establecer la certeza de la hipótesis planteada en un contexto determinado, después de una investigación temática, para la elaboración del referencial teórico, con el objetivo de establecer un estudio conceptual en cuanto a los aspectos de habitabilidad en ambientes de enseñanza, factores ambientales y ergonomía (Marco Teórico); y paralelamente, investigar las características funcionales de los edificios publicoss, obteniendo una mejor comprensión de las actividades desarrolladas en la edificación (Investigación Preliminar). Se vio por optimo adoptar una metodología base en el método de Evaluación Ergonómica del Trabajo adaptada para Evaluación de Ambiente Construido, obtenida de la investigación “Adaptación de edificaciones residenciales a escolares: Un enfoque ergonómico” presentada en el seminario internacional Encac Cotedi 2003 Curitiba Brasil<sup>12</sup>, esta metodología será la que structure todo el proceso de obtención de datos, su evaluación y su análisis, presenta una estructura clara que relaciona factores de confort, actividades del usuario, y rendimiento llegando de esta forma a dirigir esta investigación hacia los objetivos planteados.

<sup>11</sup> METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN, R. Hernandez, C. Fernandez, P. Baptista, 2002 tercera edicion

<sup>12</sup> Encac – Cotedi, seminario internacional a realizarse cada dos años



La investigación siendo de enfoque mixto comprende evaluaciones cuantitativas y cualitativas, es por eso que se vio por conveniente conformar la metodología apoyando a el método base con otras complementarias para la recolección de los datos y evaluación individual, lo que permitirá tener mayor flexibilidad en el manejo de datos, pudiendo cubrir datos técnicos, percepciones del propio usuario, y del mismo investigador, teniendo el manejo de instrumentos y herramientas tanto para Factores como para Parámetros Ambientales.

**Así, se rescató metodologías de evaluación como “La anatomía del espacio y las notaciones elementales de secuencias-espacio” para la obtención de datos de la percepción de escenarios espaciales, apoyada con la herramienta de “Recorridos Dirigidos” que la adapta y la refuerza hacia la intención de la investigación; estas dos herramientas metodológicas fueron obtenidas de profesionales investigadores de nuestro medio (<sup>13</sup>), llegando a ser fuentes secundarias.**

“Identificación de problemas ergonómicos ambientales en ambientes públicos a través de la método de **constelación de atributos**”, siendo una metodología de evaluación ergonómica que brinda la percepción del usuario basándose en conceptos considerados estereotipos, se creyó importante introducirla en una de las fases de la metodología base.

Así como métodos y herramientas de evaluación de parámetros de confort, como el método Mahoney que nos da parámetros de comparación de cómo debía ser la envolvente arquitectónica con relación a las características climáticas, la psicrométrica Guivoni para determinar humedades y el climograma de bienestar adaptado para la

---

<sup>13</sup> Arq. Rosario Claros, Investigadora IIA – Arq. UMSS; Lic. Carla Ascarrum, investigadora DISU- UMSS.



determinación de confort interior o técnicas de Confort pasivo, Isopletras para conocer las necesidades climáticas.

En la última fase de la metodología base, se verifica la relación entre las condiciones de confort y el proceso de enseñanza y aprendizaje. Llegando a establecer si los parámetros de confort tienen influencia en el proceso de enseñanza, actividad principal dentro de los espacios evaluados.

Brindando esta investigación en su etapa final no solo, la Metodología de evaluación Ergonómica ambiental que trabaje en relación a los parámetros y factores de confort, si también recomendaciones para el caso específico.



## 7. ESTUDIO DEL CASO



La organización del espacio público físico de las instituciones de enseñanza debe favorecer la función productora y transmisora de conocimientos, es así que todo equipamiento educativo debe ser cuidadosamente planeado, respetando los principios inherentes a su funcionamiento.

### 7.1. Presentación de la Investigación.

La investigación muestra el estudio sobre las condiciones Ergonómicas Ambientales (iluminación, temperatura, ruido) relacionando las características del espacio Parámetros ambientales y las percepciones de los usuarios Factores Ambientales con el rendimiento de los sujetos que realizan sus actividades en estos ambientes públicos; siendo los espacios estudiados (aulas) parte del conjunto funcional pedagógico de la Facultad de Arquitectura. Considerado como muestras individuales y representativas las seis aulas elegidas por la selección de datos con el método adoptado MAE (Muestreo Aleatorio Estratificado) de los Estratos ya definidos<sup>14</sup>, muestras que no solo ayudaran para la conformación de la Metodología de Evaluación Ergonómica Ambiental, si no también para validarla entra ella.

La metodología propuesta fue basada en el Análisis [Ergonómico](#) del Trabajo ([AET](#)), [adecuando](#) al estudio del ambiente construido, que evidencia los problemas físicos ocurridos por el cambio de uso de la edificación comprendiendo tres etapas:

---

<sup>14</sup> (6.1. Definición de la investigación)



- 1) Análisis de la demanda – punto de partida de la AET, originada en los diversos actores y factores, teniendo como objetivo la definición de los problemas
- 2) Análisis de la tarea – que evalúa las condiciones de trabajo, tomando en cuenta la delimitación del sistema hombre-tarea y descripción de todos los elementos que componen el sistema
- 3) Análisis de las actividades – examinando el comportamiento del hombre en el trabajo; observación cómo se desenvuelve en él para conocer su rendimiento.

El desarrollo de las fases del AET se basa en la utilización de técnicas comparativas, uso de técnicas de levantamiento de datos, y formulación de hipótesis de trabajo que definen los rumbos a seguir <sup>15</sup>

En el desarrollo de las etapas del AET, se realizó observaciones en el ambiente y se aplicaron cuestionarios con los actores sociales, registros fotográficos, filmación de los ambientes, efectuando un levantamiento ergonómico de la Facultad de Arquitectura, que hubieron detectado problemas, y proporcionarán bases para la elaboración de recomendaciones.

### 7.1.1. Análisis de la demanda.

El equipamiento de Educación Superior en estudio proporciona, a hombres y mujeres, habilidades que les asegure una capacitación laboral para proyectar, diseñar y construir espacios habitables; despertando interés y gusto por el conocimiento, el arte, la historia; poniéndolos en contacto con la realidad y su sociedad, haciéndolos capaces de criticar y apreciar.



<sup>15</sup> SANTOS, FIALHO, 1997

La demanda, fue identificada a través de mediciones de los parámetros ambientales, la aplicación de cuestionarios y elaboración de fichas de evaluación de los espacios, bajo muestreo MAE (Muestreo Aleatorio Estratificado), que servirán para verificar las condiciones Ergonómicas



ambientales del equipamiento de Enseñanza de Arquitectura, en cuanto a: actividades desarrolladas, accesibilidad, seguridad, parámetros y factores ambientales.

El análisis de la demanda esta conformada por tres fases:

- Ee -1.** Medición y evaluación de parámetros ambientales
- Ee -2.** Identificación de problemas ergonómico a través de la metodología de constelación de atributos.
- Ee.-3.** Registro, exploración y reflexión de imágenes

### **Ee -1. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE PARAMETROS AMBIENTALES**

El Laboratorio de Confort Ambiental de la Facultad de Arquitectura - UMSS proporcionó métodos y equipos, con los cuales, se realizaron mediciones de los parámetros de iluminación, sonido y temperatura, para evaluar las condiciones de confort que existen en las aulas seleccionadas bajo muestreo; para esto se tomo mediciones de temperatura, humedad, radiación en superficies y velocidad del aire para evaluar la sensación térmica en el ambiente; intensidad de luz natural en el ambiente, y mediciones de fuentes externas de contaminación sonora.

En la Investigación Preliminar, no se pudo encontrar en Bolivia, normas sobre parámetros de confort para recintos de educación, los cuales nos servirían como base de comparación; tampoco se vio factible usar las recomendaciones del Manual del [IBAM](#) (MANUAL, 1996) ya que simplemente determina una relación de vano transparente con área de piso, indicando la proporción necesaria para el confort (TABLA 1- Marco Teórico) sin tomar en cuenta la orientación de la ventana, su máscara de sombra, ni la cantidad de radiación que afecta a la ganancia de calor, indicadores que son individuales en cada espacio y su contexto.

Previamente a la toma de datos se realizo la caracterización climática de la ciudad de Cochabamba siendo el contexto del caso de estudio, y necesario para la evaluación de los parámetros de confort de los espacios.



### ⊕ Diagnóstico de las Características Climáticas - Ciudad Cochabamba.

- ⊕ Toma de datos, estadística meteorológica SENAIM
- ⊕ Simulación de temperaturas y humedades horarias (con desfase complejo)
- ⊕ Construcción de isotermas e Isohigras
- ⊕ Elección de herramienta de diagnóstico
- ⊕ Corrección para – bienestar adaptado (metabolismo, actividad, arropamiento)
- ⊕ Trazado de datos en CBA (climograma de bienestar adaptado)
- ⊕ Ponderación de climas (lectura de las graficas.)

#### 1. Estadística meteorológica SENAMI

Para los fines específicos de generación de ambiente térmico se segregan parámetros climáticos que definen estas características<sup>16</sup> los principales a considerarse son:

Estacion: Cochabamba	Latitud sur	17° 27'
Provincia: Cercado	Longitud oeste	66° 06'
Departamento: Cochabamba	Altitud	2548 msnm

DATOS DE :	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot-Ext
														Prom
Presion Atmosferica	mbs	749,2	749,5	749,8	749,9	750,1	750,1	750,2	748,9	749,1	748,7	748,0	748,6	P. 749,3
Temperatura Media Ambiente	°C	19,1	18,7	18,8	18,3	16,1	14,4	14,5	16,4	18,6	20,5	20,4	19,8	P. 18,0
Temperatura Maxima Media	°C	24,5	24,1	24,8	25,6	25,0	24,0	24,0	25,1	26,1	27,2	27,0	25,5	P. 25,2
Temperatura minima Media	°C	12,1	11,9	10,9	8,4	3,9	1,4	1,4	3,9	7,3	9,9	11,4	12,0	P. 7,8
Temperatura Maxima Extrema	°C	35,6	31,8	32,0	33,4	31,0	30,0	29,8	30,6	32,0	33,2	34,5	34,8	E. 35,6
Año		1947	1948	1983	1983	1983	1950	1981	1958	1972	1973	1974	1981	1947
Temperatura Minima Extrema	°C	4,8	5,1	2,0	-1,2	-4,8	-7,0	-5,2	-5,6	-3,2	0,1	3,6	5,2	E. -7,0
Año		1978	1972	1950	1950	1947	1973	1978	1949	1950	1950	1947	1946	1973
Precipitacion Total	mm.	124,6	99,8	64,9	17,2	5,3	1,5	1,8	5,4	7,0	16,9	46,1	91,9	T. 462,4
Humedad Relativa	%	57	60	56	49	42	39	38	38	38	38	44	51	P. 45
Nubosidad Media		6	6	6	4	3	2	2	3	4	5	5	6	P. 4
Horas sol Media		5,7	6,0	6,5	8,2	9,0	8,8	9,1	8,8	8,3	8,1	7,4	6,3	T. 92,2
Direc. Prev. Y Vel media del Viento	nudos	NW-2	NW-2	SE-2	SE-1	0-0	0-0	0-0	0-0	N-3	N-3	SE-3	SE-2	P. SE-2
Direc. Y Vel Maxima del Viento	nudos	SW-45	SE-40	SE-45	NW-40	NW-40	NW-50	NW-40	N-50	N-55	VV-60	NW-53	SSE-45	E. W-60

Estos datos fueron obtenidos de la estadística secretaria nacional de meteorología e hidrología SENAMHI, proporcionada por el LCA, con datos de un periodo de 10 años, siendo los datos base para la caracterización de Cochabamba.

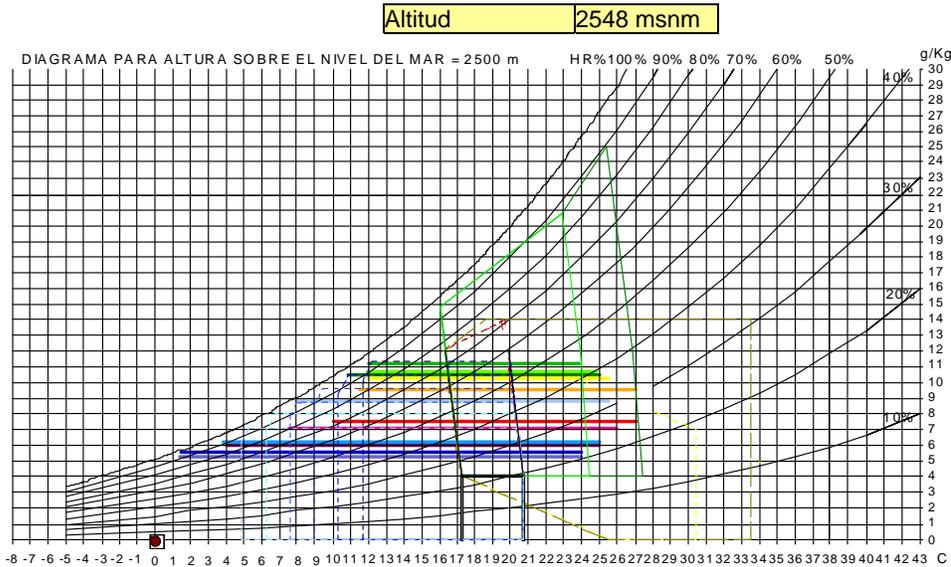
#### 2. Simulación de temperaturas y humedades relativas horarias

La estadística meteorológica proporciona datos de temperaturas en términos de medias máximas y mínimas que son los picos durante el día tipo del mes, a partir de estos y definiendo como mínima media a las 6:00 y la media máxima a las 14:00 se simula el comportamiento de los días tipos de cada mes a lo largo de un ciclo de un año.

<sup>16</sup> Arq. Jorge Camacho Saavedra – Msc en Energías Renovables

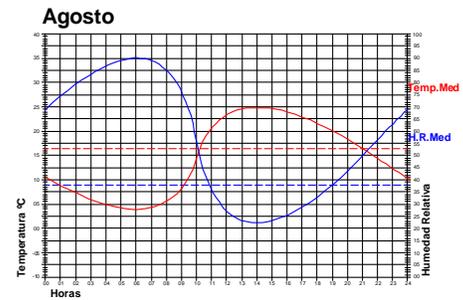
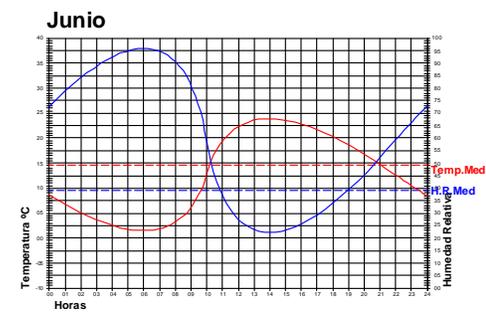
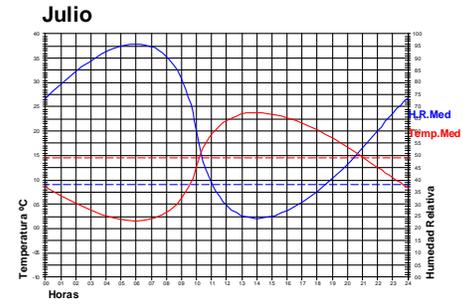
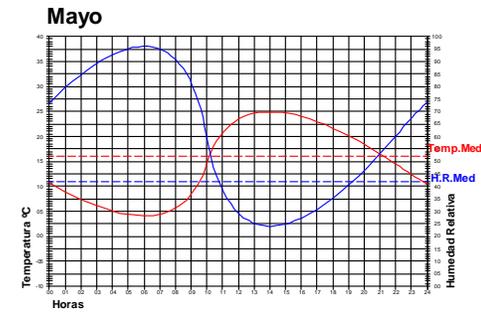
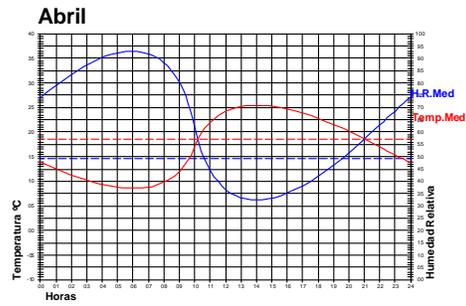
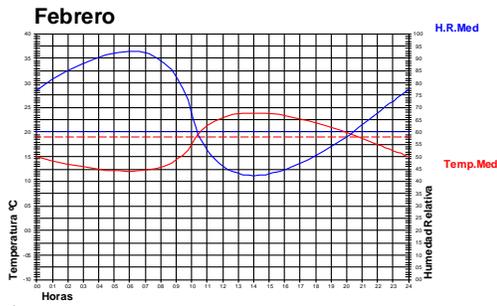
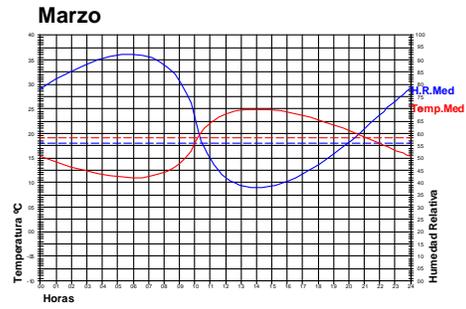
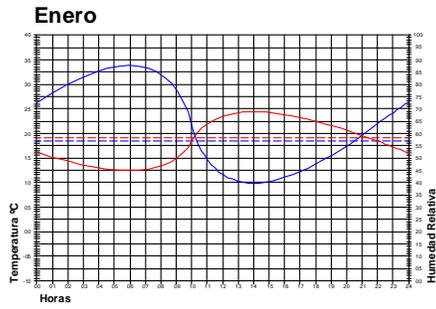


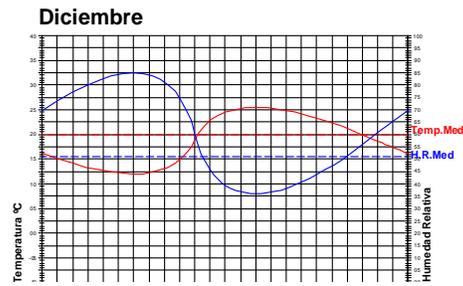
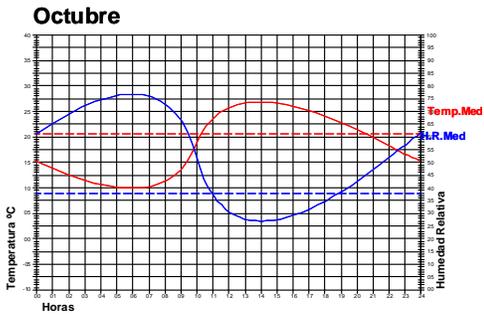
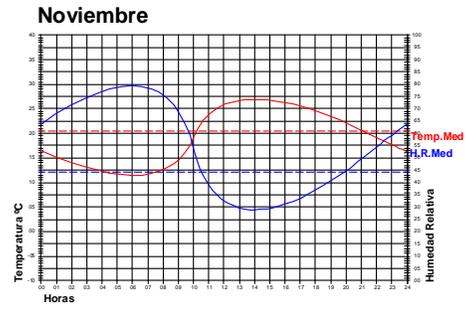
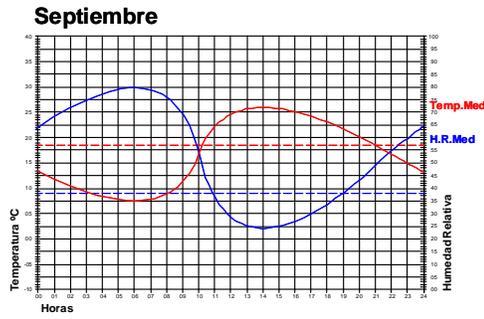
La estadística solo proporciona datos de Humedad relativa media, por lo cual se encuentran las humedades media mínima y media máxima con la ayuda de la Psicrométrica para alturas sobre el nivel del mar de 2500 apropiada para Cochabamba que se encuentra a:



	HR m	HR max	HR min
— Enero	57	85	39
— Febrero	60	89	41
— Marzo	59	88	37
— Abril	49	86	29
— Mayo	42	86	22
— Junio	39	85	19
— Julio	39	83	19
— Agosto	38	78	20
— Septiembre	38	71	21
— Octubre	38	67	23
— Noviembre	44	73	27
— Diciembre	51	79	43

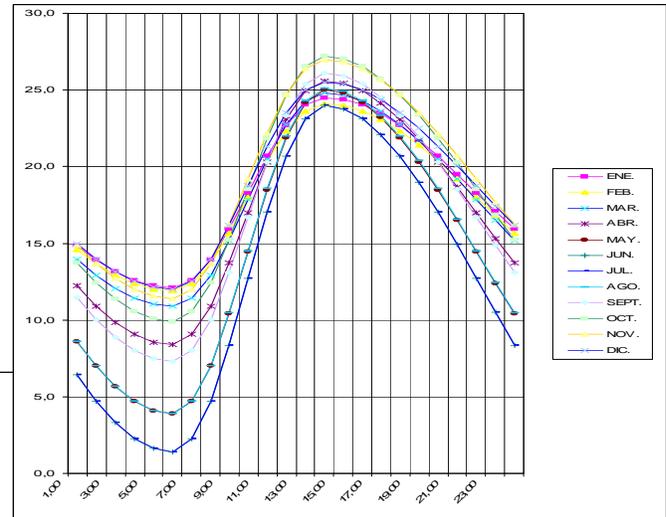
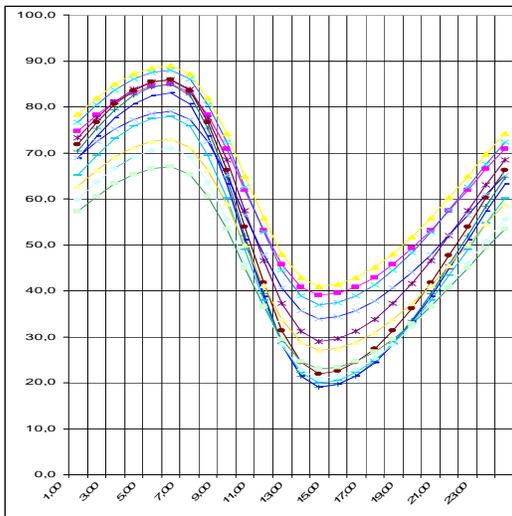
Pudiendo de esta manera realizar la simulación tanto de la temperatura como de la humedad, tomando en cuenta que tienen las mismas horas pico pero siendo inversamente proporcionales entre si, como se observan en los resultados.





Obteniendo de esta manera los datos de humedad y temperatura por hora de cada mes.

### Temperatura horaria - ciclo anual



### Humedad relativa horaria - ciclo anual



### 3. Construcción de isotermas y Isohigras

A partir de la simulación de temperaturas horarias podemos construir las isotermas e isohigras que permiten tener una idea inicial y general de las características climáticas en función del bienestar térmico. Siendo graficas codificadas por color con temperaturas y humedades relativas entre rangos definidos.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>T<sub>max</sub>.</b>	<b>24,5</b>	<b>24,1</b>	<b>24,8</b>	<b>25,6</b>	<b>25,0</b>	<b>24,0</b>	<b>24,0</b>	<b>25,1</b>	<b>26,1</b>	<b>27,2</b>	<b>27,0</b>	<b>25,5</b>
<b>T<sub>min</sub></b>	<b>12,1</b>	<b>11,9</b>	<b>10,9</b>	<b>8,4</b>	<b>3,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>3,9</b>	<b>7,3</b>	<b>9,9</b>	<b>11,4</b>	<b>12,0</b>
1,00	14,9	14,6	14,0	12,2	8,6	6,4	6,4	8,6	11,5	13,7	14,9	15,0
2,00	13,9	13,7	12,9	10,9	7,0	4,7	4,7	7,0	10,1	12,4	13,7	14,0
3,00	13,1	12,9	12,1	9,8	5,7	3,3	3,3	5,7	8,9	11,4	12,7	13,1
4,00	12,6	12,4	11,4	9,1	4,7	2,3	2,3	4,7	8,0	10,6	12,0	12,5
5,00	12,2	12,0	11,0	8,6	4,1	1,6	1,6	4,1	7,5	10,1	11,5	12,1
<b>6,00</b>	<b>12,1</b>	<b>11,9</b>	<b>10,9</b>	<b>8,4</b>	<b>3,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>3,9</b>	<b>7,3</b>	<b>9,9</b>	<b>11,4</b>	<b>12,0</b>
7,00	12,6	12,4	11,4	9,1	4,7	2,3	2,3	4,7	8,0	10,6	12,0	12,5
8,00	13,9	13,7	12,9	10,9	7,0	4,7	4,7	7,0	10,1	12,4	13,7	14,0
9,00	15,9	15,7	15,2	13,7	10,4	8,4	8,4	10,4	13,1	15,2	16,2	16,2
10,00	18,3	18,0	17,9	17,0	14,5	12,7	12,7	14,5	16,7	18,6	19,2	18,8
11,00	20,7	20,3	20,5	20,3	18,5	17,0	17,0	18,6	20,3	21,9	22,2	21,3
12,00	22,7	22,3	22,8	23,1	21,9	20,7	20,7	22,0	23,3	24,7	24,7	23,5
13,00	24,0	23,6	24,3	24,9	24,2	23,1	23,1	24,3	25,4	26,5	26,4	25,0
<b>14,00</b>	<b>24,5</b>	<b>24,1</b>	<b>24,8</b>	<b>25,6</b>	<b>25,0</b>	<b>24,0</b>	<b>24,0</b>	<b>25,1</b>	<b>26,1</b>	<b>27,2</b>	<b>27,0</b>	<b>25,5</b>
15,00	24,4	24,0	24,7	25,4	24,8	23,8	23,8	24,9	25,9	27,0	26,9	25,4
16,00	24,0	23,6	24,3	24,9	24,2	23,1	23,1	24,3	25,4	26,5	26,4	25,0
17,00	23,5	23,1	23,6	24,2	23,2	22,1	22,1	23,3	24,5	25,7	25,7	24,4
18,00	22,7	22,3	22,8	23,1	21,9	20,7	20,7	22,0	23,3	24,7	24,7	23,5
19,00	21,7	21,4	21,7	21,8	20,3	19,0	19,0	20,4	21,9	23,4	23,5	22,5
20,00	20,7	20,3	20,5	20,3	18,5	17,0	17,0	18,6	20,3	21,9	22,2	21,3
21,00	19,5	19,2	19,2	18,7	16,5	14,9	14,9	16,6	18,5	20,2	20,7	20,1
22,00	18,3	18,0	17,9	17,0	14,5	12,7	12,7	14,5	16,7	18,6	19,2	18,8
23,00	17,1	16,8	16,5	15,3	12,4	10,5	10,5	12,4	14,9	16,9	17,7	17,4
24,00	15,9	15,7	15,2	13,7	10,4	8,4	8,4	10,4	13,1	15,2	16,2	16,2

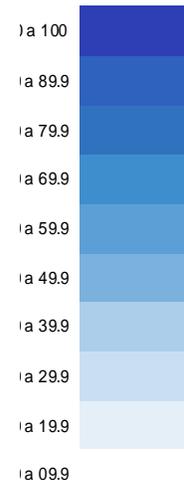


### Isotermas

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	14.9	14.6	14	12.2	8.6	6.4	6.4	8.6	11.5	13.7	14.9	15
02:00	13.9	13.7	12.9	10.9	7	4.7	4.7	7	10.1	12.4	13.7	14
03:00	13.1	12.9	12.1	9.8	5.7	3.3	3.3	5.7	8.9	11.4	12.7	13.1
04:00	12.6	12.4	11.4	9.1	4.7	2.3	2.3	4.7	8	10.6	12	12.5
05:00	12.2	12	11	8.6	4.1	1.6	1.6	4.1	7.5	10.1	11.5	12.1
06:00	12.1	11.9	10.9	8.4	3.9	1.4	1.4	3.9	7.3	9.9	11.4	12
07:00	12.6	12.4	11.4	9.1	4.7	2.3	2.3	4.7	8	10.6	12	12.5
08:00	13.9	13.7	12.9	10.9	7	4.7	4.7	7	10.1	12.4	13.7	14
09:00	15.9	15.7	15.2	13.7	10.4	8.4	8.4	10.4	13.1	15.2	16.2	16.2
10:00	18.3	18	17.9	17	14.5	12.7	12.7	14.5	16.7	18.6	19.2	18.8
11:00	20.7	20.3	20.5	20.3	18.5	17	17	18.6	20.3	21.9	22.2	21.3
12:00	22.7	22.3	22.8	23.1	21.9	20.7	20.7	22	23.3	24.7	24.7	23.5
13:00	24	23.6	24.3	24.9	24.2	23.1	23.1	24.3	25.4	26.5	26.4	25
14:00	24.5	24.1	24.8	25.6	25	24	24	25.1	26.1	27.2	27	25.5
15:00	24.4	24	24.7	25.4	24.8	23.8	23.8	24.9	25.9	27	26.9	25.4
16:00	24	23.6	24.3	24.9	24.2	23.1	23.1	24.3	25.4	26.5	26.4	25
17:00	23.5	23.1	23.6	24.2	23.2	22.1	22.1	23.3	24.5	25.7	25.7	24.4
18:00	22.7	22.3	22.8	23.1	21.9	20.7	20.7	22	23.3	24.7	24.7	23.5
19:00	21.7	21.4	21.7	21.8	20.3	19	19	20.4	21.9	23.4	23.5	22.5
20:00	20.7	20.3	20.5	20.3	18.5	17	17	18.6	20.3	21.9	22.2	21.3
21:00	19.5	19.2	19.2	18.7	16.5	14.9	14.9	16.6	18.5	20.2	20.7	20.1
22:00	18.3	18	17.9	17	14.5	12.7	12.7	14.5	16.7	18.6	19.2	18.8
23:00	17.1	16.8	16.5	15.3	12.4	10.5	10.5	12.4	14.9	16.9	17.7	17.4
24:00	15.9	15.7	15.2	13.7	10.4	8.4	8.4	10.4	13.1	15.2	16.2	16.2



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>HRmin.</b>	<b>39,0</b>	<b>41,0</b>	<b>37,0</b>	<b>29,0</b>	<b>22,0</b>	<b>19,0</b>	<b>19,0</b>	<b>20,0</b>	<b>21,0</b>	<b>23,0</b>	<b>27,0</b>	<b>34,0</b>
<b>Hrmax</b>	<b>85,0</b>	<b>89,0</b>	<b>88,0</b>	<b>86,0</b>	<b>86,0</b>	<b>85,0</b>	<b>83,0</b>	<b>78,0</b>	<b>71,0</b>	<b>67,0</b>	<b>73,0</b>	<b>79,0</b>
1,00	74,8	78,3	76,7	73,3	71,8	70,3	68,8	65,1	59,9	57,2	62,8	69,0
2,00	78,3	82,0	80,5	77,7	76,6	75,3	73,6	69,5	63,7	60,6	66,3	72,4
3,00	81,1	85,0	83,7	81,2	80,6	79,4	77,6	73,1	66,8	63,3	69,1	75,2
4,00	83,2	87,2	86,1	83,8	83,6	82,5	80,6	75,8	69,1	65,3	71,2	77,3
5,00	84,6	88,5	87,5	85,5	85,4	84,4	82,4	77,4	70,5	66,6	72,6	78,6
<b>6,00</b>	<b>85,0</b>	<b>89,0</b>	<b>88,0</b>	<b>86,0</b>	<b>86,0</b>	<b>85,0</b>	<b>83,0</b>	<b>78,0</b>	<b>71,0</b>	<b>67,0</b>	<b>73,0</b>	<b>79,0</b>
7,00	83,2	87,2	86,1	83,8	83,6	82,5	80,6	75,8	69,1	65,3	71,2	77,3
8,00	78,3	82,0	80,5	77,7	76,6	75,3	73,6	69,5	63,7	60,6	66,3	72,4
9,00	70,8	74,2	72,3	68,4	66,2	64,6	63,2	60,1	55,6	53,4	58,8	65,1
10,00	62,0	65,0	62,5	57,5	54,0	52,0	51,0	49,0	46,0	45,0	50,0	56,5
11,00	53,2	55,8	52,7	46,6	41,8	39,4	38,8	37,9	36,4	36,6	41,2	47,9
12,00	45,7	48,0	44,5	37,3	31,4	28,7	28,4	28,5	28,3	29,4	33,7	40,6
13,00	40,8	42,8	38,9	31,2	24,4	21,5	21,4	22,2	22,9	24,7	28,8	35,7
<b>14,00</b>	<b>39,0</b>	<b>41,0</b>	<b>37,0</b>	<b>29,0</b>	<b>22,0</b>	<b>19,0</b>	<b>19,0</b>	<b>20,0</b>	<b>21,0</b>	<b>23,0</b>	<b>27,0</b>	<b>34,0</b>
15,00	39,4	41,5	37,5	29,5	22,6	19,6	19,6	20,6	21,5	23,4	27,4	34,4
16,00	40,8	42,8	38,9	31,2	24,4	21,5	21,4	22,2	22,9	24,7	28,8	35,7
17,00	42,9	45,0	41,3	33,8	27,4	24,6	24,4	24,9	25,2	26,7	30,9	37,8
18,00	45,7	48,0	44,5	37,3	31,4	28,7	28,4	28,5	28,3	29,4	33,7	40,6
19,00	49,2	51,7	48,3	41,7	36,2	33,7	33,2	32,9	32,1	32,8	37,2	44,0
20,00	53,2	55,8	52,7	46,6	41,8	39,4	38,8	37,9	36,4	36,6	41,2	47,9
21,00	57,5	60,3	57,5	51,9	47,8	45,6	44,8	43,3	41,1	40,7	45,5	52,1
22,00	62,0	65,0	62,5	57,5	54,0	52,0	51,0	49,0	46,0	45,0	50,0	56,5
23,00	66,5	69,7	67,5	63,1	60,2	58,4	57,2	54,7	50,9	49,3	54,5	60,9
24,00	70,8	74,2	72,3	68,4	66,2	64,6	63,2	60,1	55,6	53,4	58,8	65,1



*Isohigras*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	74.8	78.3	76.3	73.3	71.8	70.3	68.8	65.1	59.9	57.2	62.8	69.0
02:00	78.3	82.0	80.5	77.7	76.6	75.3	73.6	69.5	63.7	60.6	66.3	72.4
03:00	81.1	85.0	83.7	81.2	80.6	79.4	77.6	73.1	66.8	63.3	69.1	75.2
04:00	83.2	87.2	86.1	83.8	83.6	82.5	80.6	75.8	69.1	65.3	71.2	77.3
05:00	84.6	88.5	87.5	85.5	85.4	84.4	82.4	77.4	70.5	66.6	72.6	78.6
06:00	85.0	89.0	88.0	86.0	86.0	85.0	83.0	78.0	71.0	67.0	73.0	79.0
07:00	83.2	87.2	86.1	83.8	83.6	82.5	80.6	75.8	69.1	65.3	71.2	77.3
08:00	78.3	82.0	80.5	77.7	76.6	75.3	73.6	69.5	63.7	60.6	66.3	72.4
09:00	70.8	74.2	72.3	68.4	66.2	64.6	63.2	60.1	55.6	53.4	58.8	65.1
10:00	62.0	65.0	62.5	57.5	54.0	52.0	51.0	49.0	46.0	45.0	50.0	56.5
11:00	53.2	55.8	52.7	46.6	41.8	39.4	38.8	37.9	36.4	36.6	41.2	47.9
12:00	45.7	48.0	44.5	37.3	31.4	28.7	28.4	28.5	28.3	29.4	33.7	40.6
13:00	40.8	42.8	38.9	31.2	24.4	21.5	21.4	22.2	22.9	24.7	28.8	35.7
14:00	39.0	41.0	37.0	29.0	22.0	19.0	19.0	20.0	21.0	23.0	27.0	34.0
15:00	39.4	41.5	37.5	29.5	22.6	19.6	19.6	20.6	21.5	23.4	27.4	34.4
16:00	40.8	42.8	38.9	31.2	24.4	21.5	21.4	22.2	22.9	24.7	28.8	35.7
17:00	42.9	45.0	41.3	33.8	27.4	24.6	24.4	24.9	25.2	26.7	30.9	37.8
18:00	45.7	48.0	44.5	37.3	31.4	28.7	28.4	28.5	28.3	29.4	33.7	40.6
19:00	49.2	51.7	48.3	41.7	36.2	33.7	33.2	32.9	32.1	32.8	37.2	44.0
20:00	53.2	55.8	52.7	46.6	41.8	39.4	38.8	37.9	36.4	36.6	41.2	47.9
21:00	57.5	60.3	57.5	51.9	47.8	45.6	44.8	43.3	41.1	40.7	45.5	52.1
22:00	62.0	65.0	62.5	57.5	54.0	52.0	51.0	49.0	46.0	45.0	50.0	56.5
23:00	66.5	69.7	67.5	63.1	60.2	58.4	57.2	54.7	50.9	49.3	54.5	60.9
24:00	70.8	74.2	72.3	68.4	66.2	64.6	63.2	60.1	55.6	53.4	58.8	65.1



#### 4. Elección de herramienta de diagnóstico

“Dada la complejidad de los parámetros que intervienen en el confort y el evidente margen que existe a la hora de su definición, las condiciones interiores de confort en función a los parámetros ambientales, se trata con diagramas en los que se señalen zonas de bienestar de mayor o menor amplitud”. (NEILA JAVIER, Arquitectura Bioclimática,2004;321)

Se vio por conveniente adoptar como herramienta de diagnóstico el Climograma<sup>17</sup> de Bienestar Adaptado, método de evaluación de confort desarrollado por Javier Neila de la UPM, este método a diferencia de otros como el Givoni Olgyay o ASHRAE, permite establecer la zona de confort específica para cada lugar en función a su temperatura media y sus características micro climáticas, por tanto es de confiabilidad específica para el habitante del lugar.

El climograma de Givoni representado sobre la base de un diagrama psicrometrico, con una zona de bienestar y rodeada por diferentes estrategias bioclimáticas; trabaja solo con la altitud (msnm) como único dato de relación con el lugar, adoptando el diagrama de altitud mas aproximada, no llegando a proporcionar datos específicos. El diagrama de los hermanos Olgyay define su zona de confort entre una humedad relativa de 20% a 80% y las temperaturas máximas de las medias mensuales de la localidad, construyendo un grafico específico que brindara los momentos del día o del año que se requiere ventilación, radiación, evaporación, etc., permitiendo con esta cuantificación tener un instrumento de diseño bioclimático estimable.

Sin embargo el Climograma de Bienestar Adaptado (CBA) que se basa en la estructura grafica empleada por Olgyay, con la incorporación de estrategias básicas empleadas en el climograma de Givoni y con los avances en la teoría de bienestar mostrados recientemente por ASHRAE que maneja la temperatura efectiva, brinda nuevos limites a las áreas de bienestar en base al efecto provocado por la actividad y

---

<sup>17</sup> Los climogramas son herramientas de diseño bioclimático, proporcionan estrategias constructivas ambientales para el de diseño y evaluación arquitectónica al superponer sobre ellos las condiciones climáticas concretas del lugar.



el arropamiento en la cesación de calor, construyendo cada climograma en base a las exigencias y consecuencias del climas partiendo de la temperatura media del lugar llegando a ser un climograma específico para el mismo y con las características específicas de percepción de los habitantes enriqueciendo los resultados

5. Corrección para – bienestar adaptado (metabolismo, actividad, arropamiento)

El climograma aplicado a este análisis climático, toma en cuenta el metabolismo, nivel de arropamiento y actividades principales para determinar un grado de corrección al proporcionar estrategias específicas para el caso de estudio; por esto, se realizó las siguientes tablas de análisis proporcionadas por la misma herramienta.

ACTIVIDAD 1

VELOCIDAD DEL METABOLISMO SEGUN LA OCUPACIÓN			
Sumando adicional por PARTE DEL CUERPO			
PARTE DEL CUERPO	NIVEL	SUMANDO	
		Media	Rango
Trabajo realizado con las Manos	Ligero	15	< 20
	Medio	30	20-35
	Pesado	40	>35
Trabajo con solo un brazo	Ligero	35	< 45
	Medio	55	45-65
	Pesado	75	> 65
Trabajo con uso de los dos brazos	Ligero	65	< 75
	Medio	85	75-95
	Pesado	105	>95
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	125	<155
	Medio	190	155-230
	Pesado	280	230-330
	Muy Pesado	390	>330
		65	

ACTIVIDAD 2

VELOCIDAD DEL METABOLISMO SEGUN LA OCUPACIÓN			
Sumando adicional por PARTE DEL CUERPO			
PARTE DEL CUERPO	NIVEL	SUMANDO	
		Media	Rango
Trabajo realizado con las Manos	Ligero	15	< 20
	Medio	30	20-35
	Pesado	40	>35
Trabajo con solo un brazo	Ligero	35	< 45
	Medio	55	45-65
	Pesado	75	> 65
Trabajo con uso de los dos brazos	Ligero	65	< 75
	Medio	85	75-95
	Pesado	105	>95
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	125	<155
	Medio	190	155-230
	Pesado	280	230-330
	Muy Pesado	390	>330
		85	

VELOCIDAD DEL METABOLISMO SEGUN LA OCUPACIÓN	
Sumando adicional por POSICIÓN ESTÁTICA	
POSICIÓN	SUMANDO
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30
10	

VELOCIDAD DEL METABOLISMO SEGUN LA OCUPACIÓN	
Sumando adicional por POSICIÓN ESTÁTICA	
POSICIÓN	SUMANDO
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30
25	

VELOCIDAD DEL METABOLISMO SEGUN LA OCUPACIÓN		
Sumando adicional por PENDIENTE Y VEL. DEL MOVIMIENTO		
TIPOS DE MOVIMIENTO (para vel. entre 0.9 y 1.1 m/s)	VARIABLES	SUMANDO
Caminando en Plano horizontal		110
Ascendiendo en Plano Inclinado	Inclinación de 5°	210
	Inclinación de 10°	360
Descendiendo en Plano Inclinado	Inclinación de 5°	85
	Inclinación de 10°	70
Caminando con Carga	10 Kg	140
	20 Kg	205
	50 Kg	315
		0

VELOCIDAD DEL METABOLISMO SEGUN LA OCUPACIÓN		
Sumando adicional por PENDIENTE Y VEL. DEL MOVIMIENTO		
TIPOS DE MOVIMIENTO (para vel. entre 0.9 y 1.1 m/s)	VARIABLES	SUMANDO
Caminando en Plano horizontal		110
Ascendiendo en Plano Inclinado	Inclinación de 5°	210
	Inclinación de 10°	360
Descendiendo en Plano Inclinado	Inclinación de 5°	85
	Inclinación de 10°	70
Caminando con Carga	10 Kg	140
	20 Kg	205
	50 Kg	315
		110



Se tomo en cuenta las dos actividades principales que se realizan en una aula, Aprender y Exponer, determinando que ambos usuarios Alumno y Docente intercambian estas actividades dentro del Proceso de enseñanza y aprendizaje; y se tomo en cuenta la dinamica de aprender que se realiza en la signatura de Taller.

Superficie corporal detallada

Masa:	60	kg
Altura:	1,65	m
Superficie:	1,65	m <sup>2</sup>

CORRECCIÓN POR ACTIVIDAD (met)		
DESCRIPCIÓN	VR.	UND
Activ. Metabólica Base	1,25	m / n.mar
Por Metabolismo Basal	42,50	W/m <sup>2</sup>
Por Parte del Cuerpo empleada	55,00	W/m <sup>2</sup>
Por posición estática	10,00	W/m <sup>2</sup>
Por desplazamiento	0,00	W/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	107,50	W/m <sup>2</sup>
Superficie Corporal	1,70	m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	182,75	W
Valor Actividad metabólica	1,83	met
Grados de Corrección	-0,58	°C

Porcentaje de la actividad 1	80	%
------------------------------	----	---

Corrección promedio	-1,04	°C
---------------------	-------	----

CORRECCIÓN POR ACTIVIDAD (met)		
DESCRIPCIÓN	VR.	UND
Activ. Metabólica Base	1,25	m / n.mar
Por Metabolismo Basal	42,50	W/m <sup>2</sup>
Por Parte del Cuerpo empleada	65,00	W/m <sup>2</sup>
Por posición estática	25,00	W/m <sup>2</sup>
Por desplazamiento	110,00	W/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	242,50	W/m <sup>2</sup>
Superficie Corporal	1,70	m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	412,25	W
Valor Actividad metabólica	4,12	met
Grados de Corrección	-2,87	°C

Porcentaje de la actividad 2	20	%
------------------------------	----	---

CORRECCIÓN POR ARROPAMIENTO (Clo)							
	MEDIA	RANGO					
NIVEL 0	0,15	0,00	0,10	0,20	0,30		
NIVEL 1	0,50	0,40	0,50	0,60	0,70		
NIVEL 2	1,00	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30
NIVEL 3	1,50	1,40	1,50	1,60	1,70		

ESTACIÓN	Clo Asumido
VERANO	0,5
INVIERNO	1,0
PRIM-OTOÑO	0,7

Relación Directa	clo	°C
	1,00	6

Coefficiente de arropamiento	0,70	PRIM-OTOÑO
Nivel al que pertenece	NIVEL 1	
VARIACIÓN FINAL DE CLO	0,30	

Corrección en grados exacta	1,8
-----------------------------	-----

El clima de Cochabamba al ser su temperatura promedio media 18 °C es considerado con un clima templado, sin tener frios extremos ni calidos masivos. Por esto se tomo como estación predominante la de primavera-otoño para el siguiente análisis.



TABLA DE CORRECCIÓN - PARA BIENESTAR ADAPTADO			
Nueva Temperatura Efectiva de Confort			
<b>PRIM-OTOÑO</b>			
USO	VIVIENDA		
ACTIVIDAD	Tomada una Actividad General de Vivienda		
BASE		DATOS CIUDAD DE:	
Descripción	Valor	Unidad	CORRECCIONES EN °C
VELOCIDAD DEL METABOLISMO	Por Metabolismo Basal		42,50
	Por parte del cuerpo empleada		69,00
	Por posición estática		13,00
	Por desplazamiento		22,00
	SUB TOTAL		146,50
	SUPERFICIE CORPORAL		1,70
	TOTAL EN W.		249,05
		1,25	met
ARROPAMIENTO	2	NIVEL	
	1,0	clo	
TEMPERATURA MEDIA RADIANTE	T <sub>mr</sub> = T <sub>s</sub>		°C
		2,49	-1,24
		NIVEL 1	1,80
		0,70	
			0,00
<b>TOTAL ° Corrección</b>			<b>0,56</b>

### 6. Trazado de datos en CBA (climograma de bienestar adaptado)

Con los grados de corrección obtenidos, se obtiene la temperatura máxima de las medias corregida que será el Punto de origen para establecer el área de bienestar, así mismo se encuentran las temperaturas efectivas mínima y máxima, que serán los límites de dicha zona, obteniendo el CBA de las características de actividad de la Fac. de Arquitectura UMSS para la ciudad de Cochabamba, obteniendo dos graficas una de calificación de climas y la otra de estragáis bioclimáticas como respuesta a la primera,.

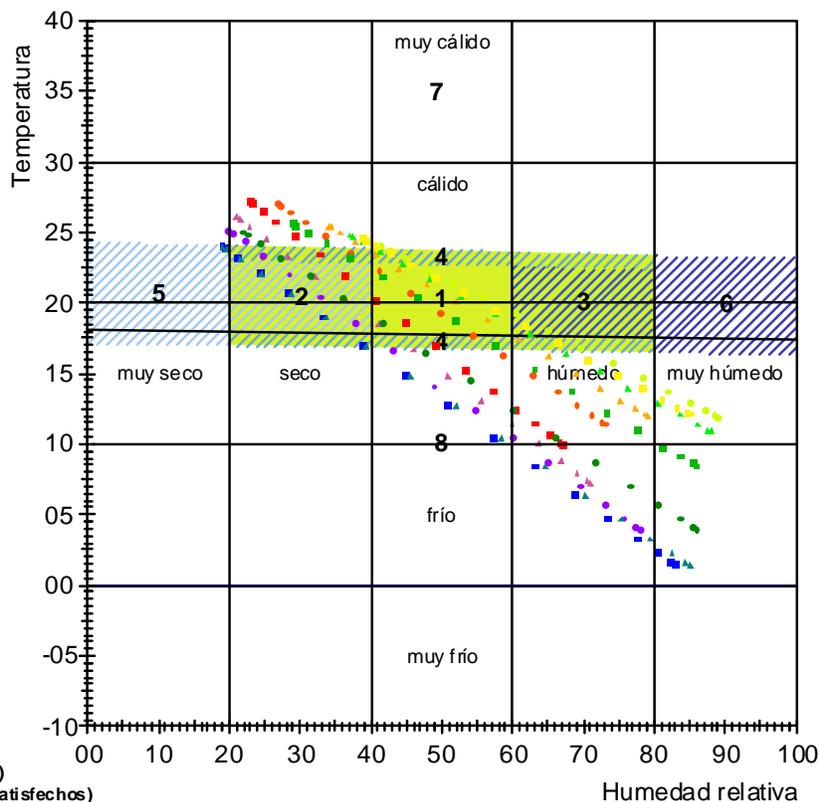
CONDICIONES DE :	<b>PRIM-OTOÑO</b>
Temp. Max de las Medias	<b>20,5</b>
Grados de Corrección	<b>0,56</b>
Temp. Max de las medias corregida	<b>21,1</b>
Temperatura Efectiva Máxima	<b>23,6</b>
Temperatura Efectiva Mínima	<b>18,6</b>

DATOS PARA EL DIBUJO DE LAS LINEAS DE TEMPERATURA EFECTIVA				
	80 H.R.(%)		20 H.R.(%)	
	MIN	MAX	MIN	MAX
PRIM-OTOÑO	18,31	23,21	18,81	23,90

Se superpuso los datos obtenidos de la simulación de temperaturas y humedades relativas

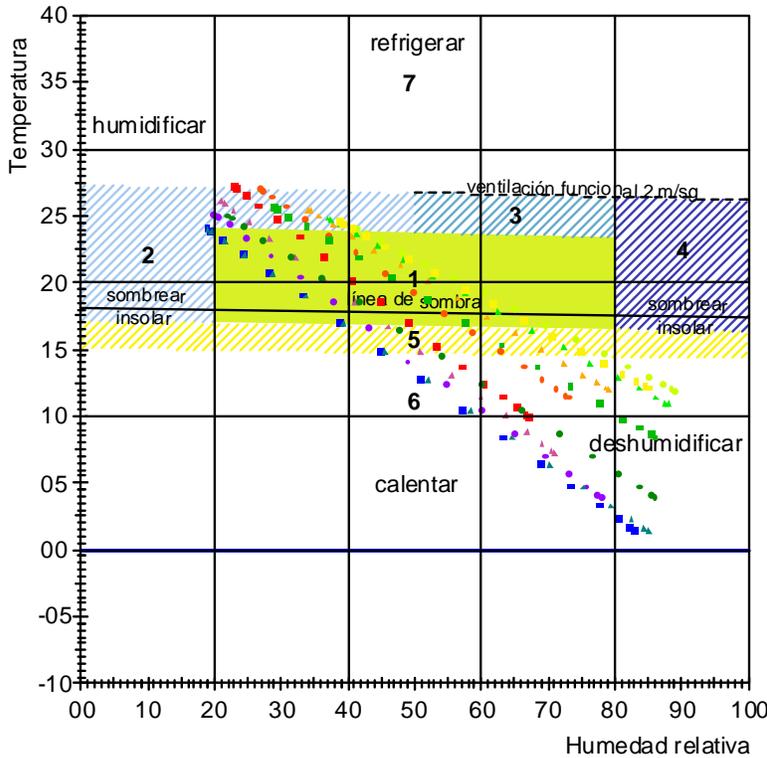


**CLASIFICACIÓN  
DEL CLIMA**



1. Bienestar saludable (10% insatisfechos)
2. Bienestar medianamente seco (10% insatisfechos)
3. Bienestar medianamente húmedo (10% insatisfechos)
4. Bienestar admisible (20% insatisfechos)
5. Térmicamente aceptable pero excesivamente seco
6. Térmicamente aceptable pero excesivamente húmedo
7. Cálido
8. Frío

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
02:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
03:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
04:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
05:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
06:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
07:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
08:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
09:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío
10:00	B. +/- Húmedo	B. +/- Húmedo	B. +/- Húmedo	B. Admisible	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable
11:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Admisible	B. Admisible	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. Saludable	B. Saludable
12:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Admisible	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. Admisible	Cálido	Cálido	B. Admisible
13:00	Cálido	B. Admisible	Cálido	Cálido	Cálido	B. +/- Seco	B. +/- Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
14:00	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	T. A. +Seco	T. A. +Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
15:00	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	T. A. +Seco	T. A. +Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
16:00	Cálido	B. Admisible	Cálido	Cálido	Cálido	B. +/- Seco	B. +/- Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
17:00	B. Admisible	B. Admisible	B. Admisible	Cálido	B. Admisible	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. Admisible	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
18:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Admisible	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. Admisible	Cálido	Cálido	B. Admisible
19:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. Admisible	B. Admisible	B. Admisible	B. Saludable
20:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Admisible	B. Admisible	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. +/- Seco	B. Saludable	B. Saludable
21:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	Frío	Frío	Frío	Frío	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable
22:00	B. +/- Húmedo	B. +/- Húmedo	B. +/- Húmedo	B. Admisible	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable
23:00	B. Admisible	B. Admisible	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	B. Admisible	B. Saludable	B. Admisible
24:00	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío	Frío



**ESTRATEGIAS  
BIOCLIMATICAS**

1. Equilibrio térmico, admisible ventilación discreta
2. Ventilación nocturna y/o inercia térmica
3. Ventilación natural controlada
4. Ventilación imprescindible
5. Calentamiento con ganancias internas
6. Calentamiento solar pasivo
7. Enfriamiento activo



Horario de trabajo - aula

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.							
02:00	I. Term.											
03:00	I. Term.											
04:00	I. Term.											
05:00	I. Term.											
06:00	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	I. Term.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.				
07:00	Cal. Sol. Pas.											
08:00	Cal. Sol. Pas.											
09:00	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.					
10:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
11:00	Eq. Term.											
12:00	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.								
13:00	I. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.
14:00	I. Term.	Enf. Act.	I. Term.	I. Term.								
15:00	I. Term.											
16:00	I. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.
17:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.
18:00	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.								
19:00	Eq. Term.											
20:00	Eq. Term.											
21:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
22:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
23:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
24:00	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.					



## 6. Ponderación de climas. Lectura de las graficas.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	74.8	74.3	75.3	73.3	74.2	70.3	68.8	65.1	59.9	57.2	62.9	69
02:00	73.3	72	69.5	77.7	78.8	79.8	75.8	69.5	63.7	63.8	63.3	72.4
03:00	67.1	65	67.7	67.2	67.6	73.4	75.8	72.1	66.8	63.3	65.1	75.2
04:00	67.2	67.2	66.1	63.8	63.8	62.5	63.6	75.8	65.1	65.3	71.2	77.3
05:00	74.6	68.5	67.5	65.4	65.4	64.4	62.4	77.4	70.5	66.6	72.6	78.6
06:00	65	69	66	66	66	65	65	71	71	67	73	75
07:00	72	67.2	66.1	63.8	63.8	62.5	63.6	75.8	65.1	65.3	71.2	77.3
08:00	78.3	82	83.5	77.7	76.8	75.3	71.1	69.5	63.7	60.3	66.3	72.4
09:00	70.8	75.9	77.3	68.4	66.2	64.6	63.2	60.5	55.6	53.4	58.8	65.1
10:00	62	66	62.5	59.9	57	57	57	57	57	45	50	56.5
11:00	53	55.8	52.7	49	51.4	51.4	51.4	51.4	51.4	29.4	37.5	47.9
12:00	43.7	48	44.5	41.9	41.4	41.4	41.4	41.4	41.4	25.3	29.4	40.8
13:00	40.8	42.8	39.9	37.2	34.4	25.5	24.4	22.2	22.9	24.7	28.6	35.7
14:00	39	41	37	29	22	19	20	21	21	21	27	34
15:00	38.4	41.5	37.5	29.5	22.6	19.6	19.6	20.6	21.5	23.4	27.4	34
16:00	40.8	42.8	39.9	37.2	34.4	25.5	24.4	22.2	22.9	24.7	28.6	35.7
17:00	42.8	45	41.3	33.8	27.4	24.6	24.4	24.9	25.2	26.7	30.9	37.9
18:00	45.7	48	44.5	37.3	31.4	28.7	28.4	28.5	28.3	29.4	33.7	40.6
19:00	46.2	51.7	48.3	41.7	36.2	33.7	33.2	32.9	32.1	32.8	37.9	44
20:00	55.2	58.8	57.7	46.9	41.8	39.4	38.8	37.9	36.4	36.6	41.2	47.9
21:00	57.5	60.8	57.5	49.9	44.8	42.8	42.8	42.8	42.8	40.7	45.5	52.1
22:00	62	65	62.5	57.5	54	52	51	49	48	46	50	52.5
23:00	66.5	69.7	67.2	63.1	60.2	58.4	57.2	56.7	56.9	49.3	54.5	60.9
24:00	70.8	74.2	73.3	68.4	66.2	64.6	63.2	60.1	55.6	53.4	58.8	65.1

El clima de Cochabamba se presenta:

☀ Con humedades bajas, especialmente de abril a noviembre, siendo las tardes más secas que las mañanas, con un notable descenso en las tardes de invierno

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	14.9	14.6	14	12.2	11.6	8.7	6.4	7.4	11.5	13.7	14.9	15
02:00	13.9	13.7	12.9	10.9	7	4.7	4.7	7	10.1	12.4	13.7	14
03:00	13.1	12.9	12.1	9.8	5.7	3.3	3.3	5.7	8.9	11.4	12.7	13.1
04:00	12.6	12.4	11.4	9.1	4.7	2.3	2.3	4.7	8	10.6	12	12.5
05:00	12.2	12	11	8.6	4.1	1.6	1.6	4.1	7.5	10.1	11.5	12.1
06:00	12.1	11.9	10.9	8.4	3.9	1.4	1.4	3.9	7.3	9.8	11.4	12
07:00	12.6	12.4	11.4	9.1	4.7	2.3	2.3	4.7	8	10.6	12	12.5
08:00	13.9	13.7	12.9	10.9	7	4.7	4.7	7	10.1	12.4	13.7	14
09:00	15.9	15.7	15.2	13.7	10.4	7.4	7.4	10.4	13.1	15.2	16.2	16.2
10:00	18.3	18	17.6	17	14.5	12.7	12.7	14.5	16.7	18.6	19.2	19.8
11:00	20.7	20.3	20.5	20.3	18.5	17	17	18.6	20.3	21.9	22.2	21.3
12:00	22.7	22.3	22.8	23.1	21.9	20.7	20.7	22	22.9	24.7	24.1	22.9
13:00	24	23.6	24.3	24.2	24.2	23.1	23.1	24.3	25.4	26.5	26.4	25
14:00	24.5	24.1	24.8	25.6	25	24	24	25.1	26.1	27.2	27	25.5
15:00	24.4	24	24.7	25.4	24.8	23.8	23.8	24.3	25.9	27	26.9	25.4
16:00	24	23.6	24.3	24.2	24.2	23.1	23.1	24.3	25.4	26.5	26.4	25
17:00	23.5	23.1	23.6	24.2	23.2	22.1	22.1	23.3	24.5	25.7	25.7	24.4
18:00	22.7	22.3	22.8	23.1	21.9	20.7	20.7	22	23.1	24.2	24.2	23.4
19:00	21.7	21.4	21.7	21.8	20.3	19	19	20.4	21.9	23.4	23.5	22.5
20:00	20.7	20.3	20.5	20.3	18.5	17	17	18.6	20.3	21.9	22.2	21.3
21:00	19.5	19.2	19.2	18.7	16.5	14.9	14.9	16.6	18.5	20.2	20.7	20.1
22:00	18.3	18	17.9	17	14.5	12.7	12.7	14.5	16.7	18.6	19.2	18.8
23:00	17.1	16.8	16.5	15.3	12.4	10.5	10.5	12.4	14.9	16.9	17.7	17.4
24:00	15.9	15.7	15.2	13.7	10.4	8.4	8.4	10.4	13.1	15.2	16.2	16.2

☀ Con las horas más frías del año en mayo a agosto de las 2:00 a las 7:00 hrs. Y Las horas más calidas por las tardes con temperaturas de 25 a 29.9 de septiembre a diciembre de las 13:00 a las 16:00 hrs.

☀ Siendo octubre y noviembre los meses más calidos del año, ya que en verano las lluvias aminoran las temperaturas. Y una subida de temperatura en el mes de abril debido a la culminación de la época de lluvia.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	Frio											
02:00	Frio											
03:00	Frio											
04:00	Frio											
05:00	Frio											
06:00	Frio											
07:00	Frio											
08:00	Frio											
09:00	Frio											
10:00	B. v- Húmedo	B. v- Húmedo	B. v- Húmedo	B. Admisible	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable
11:00	B. Saludable	B. Admisible	B. Admisible	B. v- Seco	B. v- Seco	B. v- Seco	B. Saludable	B. Saludable				
12:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Admisible	B. v- Seco	B. Admisible	Cálido	B. Admisible				
13:00	Cálido	B. Admisible	Cálido	Cálido	Cálido	B. v- Seco	B. v- Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
14:00	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	A. + Seco	T. A. + Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
15:00	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	T. A. + Seco	T. A. + Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
16:00	Cálido	B. Admisible	Cálido	Cálido	Cálido	B. v- Seco	B. v- Seco	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
17:00	B. Admisible	B. Admisible	B. Admisible	Cálido	B. Admisible	B. v- Seco	B. v- Seco	B. Admisible	Cálido	Cálido	Cálido	Cálido
18:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Admisible	B. v- Seco	B. v- Seco	B. v- Seco	B. v- Seco	B. Admisible	Cálido	Cálido	B. Admisible
19:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. v- Seco	B. Admisible	B. Admisible	B. Saludable	B. Saludable				
20:00	B. Saludable	B. Admisible	B. Admisible	B. v- Seco	B. v- Seco	B. v- Seco	B. Saludable	B. Saludable				
21:00	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	Frio	Frio	Frio	Frio	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable
22:00	B. v- Húmedo	B. v- Húmedo	B. v- Húmedo	B. Admisible	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	B. Saludable	B. Saludable	B. Saludable
23:00	B. Admisible	B. Admisible	Frio	B. Admisible	B. Saludable	B. Admisible						
24:00	Frio											



☀ Con tres cambios de clima durante el día. Frió en las mañanas, calor en las tardes, llegando a ser excesivo, y confortable o templado antes del medio día y al atardecer. presentándose como un clima templado con alta oscilación térmica.

☀ En las tardes de los meses de junio y julio, se presenta una disminución de sensación térmica al ser excesivamente secas debido a la disminución de humedad.

Pudiendo resolverse arquitectónicamente con:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
01:00	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.							
02:00	I. Term.											
03:00	I. Term.											
04:00	I. Term.											
05:00	I. Term.											
06:00	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	I. Term.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.				
07:00	Cal. Sol. Pas.											
08:00	Cal. Sol. Pas.											
09:00	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.					
10:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Sol. Pas.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
11:00	Eq. Term.											
12:00	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.								
13:00	I. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.
14:00	I. Term.	Ent. Act.	Eq. Term.	I. Term.								
15:00	I. Term.											
16:00	I. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.
17:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.
18:00	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	Eq. Term.								
19:00	Eq. Term.											
20:00	Eq. Term.											
21:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
22:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
23:00	Eq. Term.	Eq. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Eq. Term.	Eq. Term.	Eq. Term.
24:00	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	I. Term.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.	Cal. Gan. Int.					

☀ Calentamiento solar pasivo en las horas de frío en el día, lo que significa buscar la ganancia de calor solar tomando en cuenta su trayectoria.

☀ Inercia térmica, cerramiento con masa térmica, con un retraso térmico mayor a 8 horas, que permita retener el calor del exterior en las tardes y devolverlas al interior recién en las horas frías de la noche. Cubriendo de esta manera, con una sola estrategia bioclimática, dos sensaciones correspondientes a las temperaturas extremas.

☀ Las horas de la tarde y parte de la noche que se encuentran en confort o equilibrio térmico, se deberá buscar que la arquitectura no oponga resistencia térmica tratando de brindar las mismas características del exterior, tomando en cuenta el sobre calentamiento que existe al interior debido a las ganancias internas de ocupación de personas, equipos, y luz artificial.

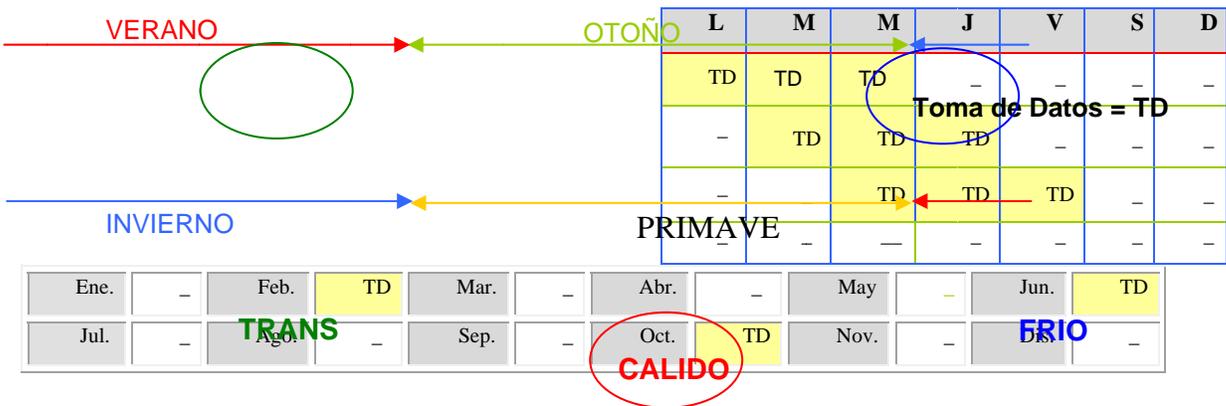


☀ Con dichas ganancias internas e incrementando ligeramente el nivel de arropamiento se podrán minimizar el frío de las horas de transición entre las frías mañanas y el confort del medio día o del confort del atardecer al frío de la noche, siendo la estrategia menos requerida.

### ⊕ Diagnóstico de las Características Climáticas - Aulas Fac Arquitectura.

Para la obtención de los datos se tomó en cuenta el horario de clases como período de actividades de uso del ambiente, siendo el tiempo de trabajo en el que las aulas se encuentran a disposición de los alumnos, quedando fuera de ese horario cerradas y sin ningún usuario. Determinando como horas de trabajo, de 7.30 AM. a 9:30 PM.

La toma de datos se realizó por tres días, con lapsos de cinco días hasta obtener nueve meses por año. Se obtuvo datos de las estaciones climáticas extremas una fría, una caliente y una media de transición.



## 1. Térmica

### ⊕ Medición con logger.

Los Datta Logger<sup>(18)</sup> toman datos de temperatura y humedad con referencia a un lapso de tiempo programado. Así para cada caso o aula se programaron dos loggers, uno exterior y otro en el interior del ambiente, que tomaron datos cada 30 min por tres días continuos de mediciones, grabándolos en su memoria, esto para tener parámetros de comparación entre la temperatura exterior y la interior en el ambiente en el mismo periodo.



Llevados los datos al Laboratorio fueron procesados por medio de un programa que los muestra de una forma cuantitativa, brindándonos graficaciones y tablas

<sup>18</sup> Realiza la medición de los parámetros fundamentales de confortabilidad, la temperatura y la humedad del medio ambiente. Posee sistema de acumulación de lecturas y posibilidad de conexión a PC a través del interfase y con soporte informático.



resumen, obteniendo así la humedad y la temperatura del exterior e interior de los ambientes seleccionados.

PL - TH INT

AULA: 707

PLANILLA DE LECTURAS DE TEMPERATURA DE AIRE Y HUMEDAD RELATIVA INTERIOR

INTERVALO DE LECTURA PROGRAMADA: 1 Hr

CANTIDAD DE LECTURAS: 73

FECHA DE MECICION :

HORA DE INICIO:

HORAS USO AMBIENTE:

MUESTREO POR DIA	DIA 1		DIA 2		DIA 3	
	°C	%	°C	%	°C	%
temperatura de aire máximo:	20,5	27,6	20,3	28,9	20,6	26,5
temperatura de aire mínimo:	13,1	37,7	13,1	44,6	15,1	50,5
oscilacion						
	%	°C	%	°C	%	°C
humedad ambiente maxima:	37,7	13,1	45,9	15,8	50,5	15,1
humedad ambiente mínima:	22,1	19,9	23,2	20,3	26,3	20,4
<b>SELECCIÓN DATOS DIA</b>						
temperatura de aire máximo:	20,6	°C	26,5	%	17:01:35 p.m.	
temperatura de aire mínimo:	13,1	°C	44,6	%	08:01:35 a.m.	
temperatura de aire promedio:	16,85	°C	35,55	%		
humedad ambiente maxima:	15,8	%	45,9	°C	08:01:35 a.m.	
humedad ambiente mínima:	22,1	%	19,9	°C	16:01:35 p.m.	
humedad ambiente promedio:	18,95	%	32,9	°C		

referencias		horas de uso día
		temperatura máxima
		temperatura mínima
		humedad máxima
		humedad mínima

**LECTURAS DE MEDICION DE TEMPERATURA Y HUMED/**

th ext	Fecha	Hora	[%rF] Channel	[°C] Channel 2	tc
1	31/05/2004	17:01:35 p.m.	38,1	21,8	
2	31/05/2004	18:01:35 p.m.	26,1	19,9	
3	31/05/2004	19:01:35 p.m.	28,9	19,8	
4	31/05/2004	20:01:35 p.m.	28,4	18,2	
5	31/05/2004	21:01:35 p.m.	26,5	18,7	
6	31/05/2004	22:01:35 p.m.	24,4	17,1	
7	31/05/2004	23:01:35 p.m.	25,7	16	
8	01/06/2004	00:01:35 a.m.	27,8	15,4	
9	01/06/2004	01:01:35 a.m.	27	14,9	
10	01/06/2004	02:01:35 a.m.	27,7	14,4	
11	01/06/2004	03:01:35 a.m.	30	14	
12	01/06/2004	04:01:35 a.m.	31,5	13,6	
13	01/06/2004	05:01:35 a.m.	35,1	13,3	
14	01/06/2004	06:01:35 a.m.	38,1	13	
15	01/06/2004	07:01:35 a.m.	39	12,6	
16	01/06/2004	08:01:35 a.m.	37,7	13,1	
17	01/06/2004	09:01:35 a.m.	37,2	14,7	
18	01/06/2004	10:01:35 a.m.	36,9	16	
19	01/06/2004	11:01:35 a.m.	34,4	16,9	
20	01/06/2004	12:01:35 a.m.	31,6	17,3	
21	01/06/2004	13:01:35 p.m.	27,7	17,9	
22	01/06/2004	14:01:35 p.m.	26,3	18,6	
23	01/06/2004	15:01:35 p.m.	27,6	20,5	
24	01/06/2004	16:01:35 p.m.	22,1	19,9	
25	01/06/2004	17:01:35 p.m.	25	19,6	
26	01/06/2004	18:01:35 p.m.	32,7	19,3	
27	01/06/2004	19:01:35 p.m.	34,5	19,5	
28	01/06/2004	20:01:35 p.m.	35,4	18,4	
29	01/06/2004	21:01:35 p.m.	36,8	18,6	
30	01/06/2004	22:01:35 p.m.	38,3	17,4	
31	01/06/2004	23:01:35 p.m.	38,9	16,6	
32	02/06/2004	00:01:35 a.m.	39,3	16,2	

33	02/06/2004	01:01:35 a.m.	40,6	15,5	
34	02/06/2004	02:01:35 a.m.	42,6	15,1	
35	02/06/2004	03:01:35 a.m.	43,1	14,6	
36	02/06/2004	04:01:35 a.m.	43,2	14,2	
37	02/06/2004	05:01:35 a.m.	43,9	13,7	
38	02/06/2004	06:01:35 a.m.	44,7	13,3	
39	02/06/2004	07:01:35 a.m.	45,4	12,7	
40	02/06/2004	08:01:35 a.m.	44,6	13,3	
41	02/06/2004	09:01:35 a.m.	45,9	15,8	
42	02/06/2004	10:01:35 a.m.	41,2	17,7	
43	02/06/2004	11:01:35 a.m.	39,1	17,3	
44	02/06/2004	12:01:35 p.m.	34,3	17,9	
45	02/06/2004	13:01:35 p.m.	32,6	18,5	
46	02/06/2004	14:01:35 p.m.	28,6	19,3	
47	02/06/2004	15:01:35 p.m.	26,8	20	
48	02/06/2004	16:01:35 p.m.	23,2	20,3	
49	02/06/2004	17:01:35 p.m.	28,9	20,3	
50	02/06/2004	18:01:35 p.m.	33	20,2	
51	02/06/2004	19:01:35 p.m.	37,1	19,8	
52	02/06/2004	20:01:35 p.m.	41,1	18,8	
53	02/06/2004	21:01:35 p.m.	42,7	19	
54	02/06/2004	22:01:35 p.m.	43,9	17,7	
55	02/06/2004	23:01:35 p.m.	44,7	17	
56	03/06/2004	00:01:35 a.m.	45,7	16,7	
57	03/06/2004	01:01:35 a.m.	45,6	16,6	
58	03/06/2004	02:01:35 a.m.	44,8	16,4	
59	03/06/2004	03:01:35 a.m.	45,1	16,1	
60	03/06/2004	04:01:35 a.m.	46	15,5	
61	03/06/2004	05:01:35 a.m.	46,8	15	
62	03/06/2004	06:01:35 a.m.	48,2	14,5	
63	03/06/2004	07:01:35 a.m.	49,2	14	
64	03/06/2004	08:01:35 a.m.	50,5	15,1	
65	03/06/2004	09:01:35 a.m.	48,5	17,1	
66	03/06/2004	10:01:35 a.m.	46,7	18,1	
67	03/06/2004	11:01:35 a.m.	44,3	17,8	
68	03/06/2004	12:01:35 p.m.	38,5	18,6	
69	03/06/2004	13:01:35 p.m.	34,8	18,5	
70	03/06/2004	14:01:35 p.m.	30,9	19,2	
71	03/06/2004	15:01:35 p.m.	27,8	20,2	
72	03/06/2004	16:01:35 p.m.	26,3	20,4	
73	03/06/2004	17:01:35 p.m.	26,5	20,6	
74	03/06/2004	18:01:35 p.m.	33,2	20,1	
75	03/06/2004	19:01:35 p.m.	37,1	19,8	
76	03/06/2004	20:01:35 p.m.	41,2	18,8	
77	03/06/2004	21:01:35 p.m.	42,7	19,3	



De los datos tomados por los logger's, se realizó una selección de acuerdo a las horas-trabajo. En un breve análisis, se puede observar, que las horas establecidas como picos, 6:00 am. y 2:00 pm. , las temperaturas mínima media y máxima media se ven desplazadas de una a dos horas en el interior del aula, debido a la inercia térmica de la envolvente. Este retraso térmico es variable en los tres días de muestreo debido a la variación de número de personas y actividades en el aula.

1° Semana	TEMPERATURA			HUMEDAD		
	1° Dia	2° Dia	3° Dia	1° Dia	2° Dia	3° Dia
07:30	12,6	12,7	14	39	45,4	49,2
08:30	13,1	13,3	15,1	37,7	44,6	50,5
09:30	14,7	15,8	17,1	37,2	45,9	48,5
10:30	16	17,7	18,1	36,9	41,2	46,7
11:30	16,9	17,3	17,8	34,4	39,1	44,3
12:30	17,3	17,9	18,6	31,6	34,3	38,5
13:30	17,9	18,5	18,5	27,7	32,6	34,8
14:30	18,6	19,3	19,2	26,3	28,6	30,9
15:30	20,5	20	20,2	27,6	26,8	27,8
16:30	19,9	20,3	20,4	22,1	23,2	26,3
17:30	19,6	20,3	20,6	25	28,9	26,5
18:30	19,3	20,2	20,1	32,7	33	33,2
19:30	19,5	19,8	19,8	34,5	37,1	37,1
20:30	18,4	18,8	18,8	35,4	41,1	41,2
21:30	18,6	19	19,3	36,8	42,7	42,7

Se procedió a sacar un promedio de los nueve días de toma de datos de cada mes para obtener temperaturas y humedades de un día tipo de cada aula evaluada.

1° MES	TEMPERATURA									
	1° semana			2° semana			3° semana			Prom M.
07:30	12,6	12,7	14	12,3	13,2	14,2	12,9	12,2	13,8	13,10
08:30	13,1	13,3	15,1	12,9	13,5	14,9	13,3	13,1	15,3	13,83
09:30	14,7	15,8	17,1	13,9	15,9	16,7	15,5	15,6	17,6	15,87
10:30	16	17,7	18,1	14,5	17,2	17,6	17,5	18,2	18,6	17,27
11:30	16,9	17,3	17,8	15,9	17,4	18	17,8	17,2	17,7	17,33
12:30	17,3	17,9	18,6	16,5	18,2	18,9	18,1	17,6	18,3	17,93
13:30	17,9	18,5	18,5	17,1	18,7	19	18,6	17,9	18,5	18,30
14:30	18,6	19,3	19,2	18,1	19,7	19,4	19,1	18,9	19	19,03
15:30	20,5	20	20,2	19,9	20,4	20,6	21,1	19,6	19,8	20,23
16:30	19,9	20,3	20,4	19,7	20,1	20,7	20,1	20,5	20,1	20,20
17:30	19,6	20,3	20,6	19,2	20,8	21,2	20	19,8	20	20,17
18:30	19,3	20,2	20,1	18,9	20,4	20,5	19,7	20	19,7	19,87
19:30	19,5	19,8	19,8	19,4	20,1	20,2	19,6	19,5	19,4	19,70
20:30	18,4	18,8	18,8	18,1	19,4	19,3	18,7	18,2	18,3	18,67
21:30	18,6	19	19,3	18,4	19,3	19,7	18,8	18,7	18,9	18,97

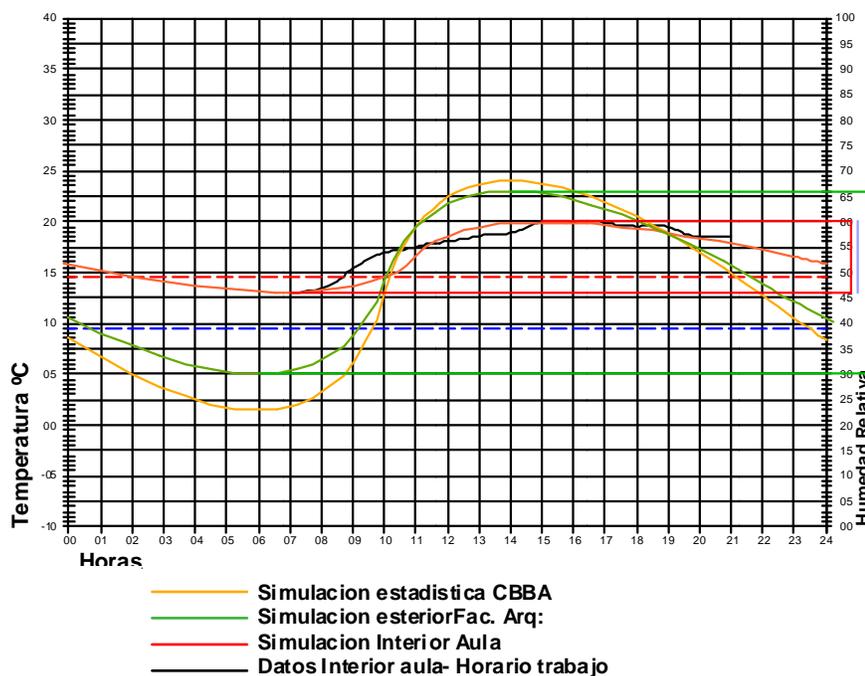


1° MES	HUMEDAD									
	1° semana			2° semana			3° semana			Prom M
07:30	39	45,4	49,2	36	46,5	47,3	42	44,3	51,1	44,53
08:30	37,7	44,6	50,5	36,9	43,8	49,5	38,5	45,4	51,5	44,27
09:30	37,2	45,9	48,5	37,6	42,9	48,9	36,8	48,9	48,1	43,87
10:30	36,9	41,2	46,7	37,3	40,3	47,5	36,5	42,1	45,9	41,60
11:30	34,4	39,1	44,3	35,2	38,3	46,5	33,6	39,9	42,1	39,27
12:30	31,6	34,3	38,5	32,3	33,6	39,6	30,9	35	37,4	34,80
13:30	27,7	32,6	34,8	29,5	31,4	35,3	25,9	33,8	34,3	31,70
14:30	26,3	28,6	30,9	27,1	27,7	31,7	25,5	29,5	30,1	28,60
15:30	27,6	26,8	27,8	26,4	25,4	28,6	28,8	28,2	27	27,40
16:30	22,1	23,2	26,3	21,3	22,4	27,1	22,9	24	25,5	23,87
17:30	25	28,9	26,5	20,9	27,6	25,3	27,5	29,8	29,7	26,80
18:30	32,7	33	33,2	29,6	31,6	32,1	35,8	34,4	34,3	32,97
19:30	34,5	37,1	37,1	32,4	35,8	36	36,6	38,4	38,2	36,23
20:30	35,4	41,1	41,2	34,2	40	41	36,6	42,2	41,4	39,23
21:30	36,8	42,7	42,7	35,6	41,5	42,1	38	43,9	43,3	40,73

Con los datos promedios obtenidos de temperatura y humedad se realizó el siguiente análisis:

✚ Se comparo, con la ayuda de las curvas de simulación horaria, los datos del exterior con los de la estadísticas meteorológica de Cochabamba, ya que un dato meteorológico solo es valido si es tomando por un periodo mínimo de diez años, al estar nuestro dato cerca del rango de desplazamiento por influencia del microclima fue avalado su uso.

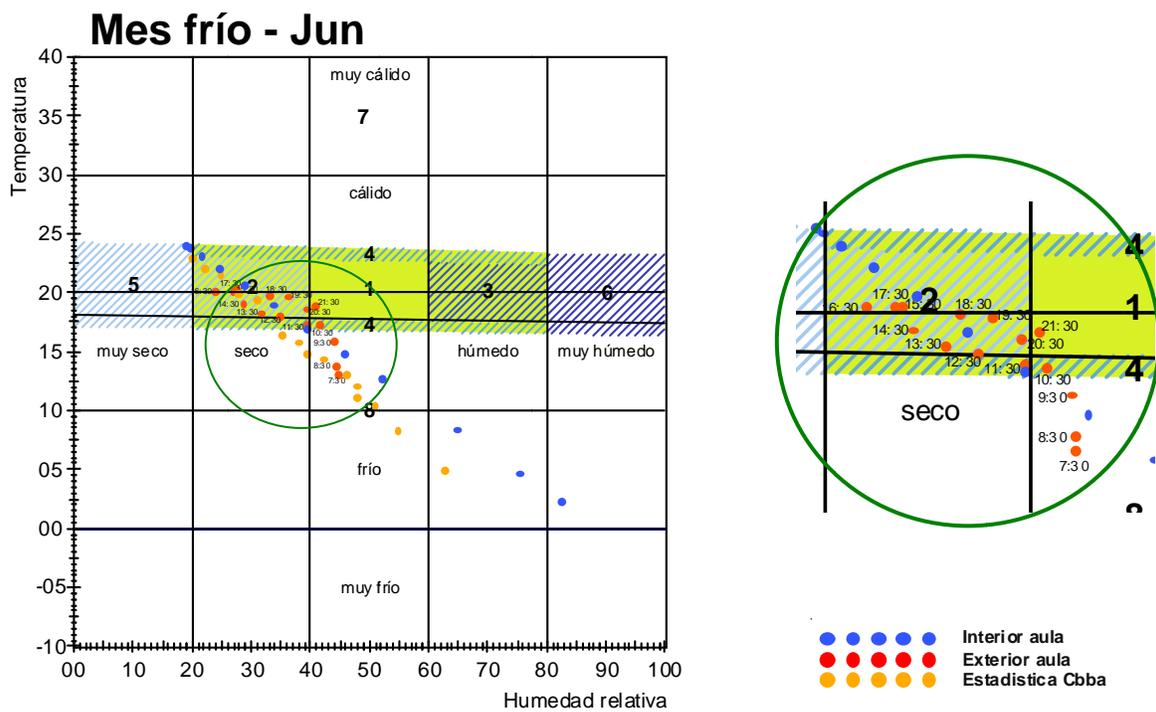
## Junio





✚ Con ambas curvas se cruzaron los datos del interior del aula y su curva de simulación, donde observo la acción de la envolvente disminuyendo la oscilación térmica y desplazando de las horas pico.

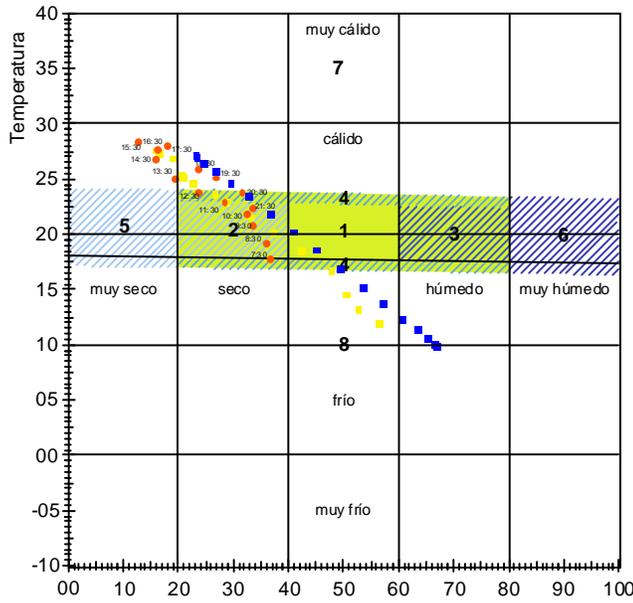
✚ Se realizó la calificación del su clima interior determinando si la sensación térmica interior de los ambientes es confortable, para esto se llevo los datos cuantitativos de temperatura y humedad al método CBA aplicado al anterior diagnostico, que nos determinara si el ambiente tiene un clima interior confortable.



Donde se puede advertir una vez más la acción de la envolvente que provocando un margen de temperaturas más estrecho, de menos oscilación térmica; así mismo se observa que no hay un desplazamiento lineal armónico de la temperatura horaria ya que estas varían debido a la cantidad de personas y actividad.

Se determina, que en época fría, el aula en estudio otorga bienestar a sus usuarios. Solo están las primeras horas de actividad en la mañana con baja temperatura, para lo que se necesitará buscar el sol de invierno por la mañana, con orientación nor-este

De la misma manera se procedió con los otros dos meses, pasando sus datos por el mismo proceso de promediación, simulación y calificación.

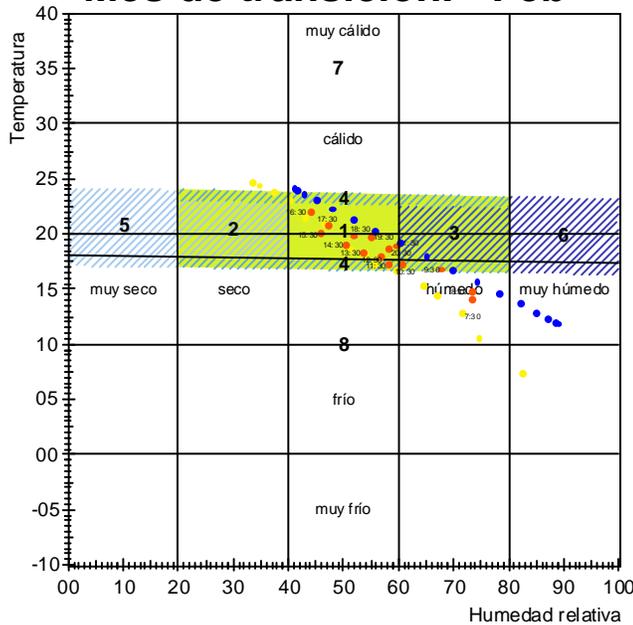


## Mes calido - Oct

- Interior aula
- Exterior aula
- Estadística Cbba

En época calida, en el interior del aula en estudio se da temperaturas mayores al exterior, lo que se observa en el climograma, estando la mayor parte de sus horas de activada en esta área, solo las primeras horas de actividad estan en el área de bienestar admisible.

## Mes de transición. - Feb



- Interior aula
- Exterior aula
- Estadística Cbba

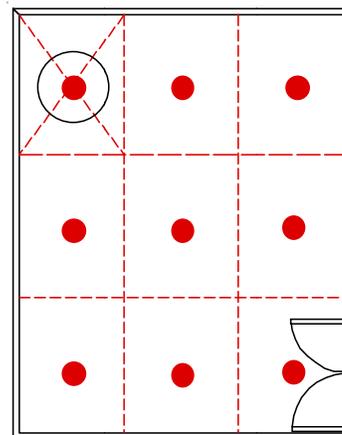
En los meses de transición el aula en estudio presenta prte de sus horas en el área de bienestar saludable, siendo sus horas pico de la tarde calidas y las primeras horas de actividad frías.



✚ **Movimiento de aire.** Para la medición de este parámetro se utilizó como equipo el Anemómetro, que mide velocidades de hasta 0.2 m/s a través de la tecnología de hilo caliente. La velocidad del movimiento de aire es un parámetro climatológico de gran importancia en la determinación de la sensación térmica.



Es por eso que se realizó la toma de datos, los mismos días de muestreo que con los Data Logres, se dividió cada aula en nueve áreas de estudio, obteniendo nueve puntos de toma de muestras para la obtención de los datos del aire, obteniendo así nueve diferentes tomas, tres de adelante del aula tres del centro y tres de atrás, de igual forma, se obtiene tres tomas de cada lateral del espacio y tres centrales, obteniendo diferentes aproximadas a vanos.



Con los datos obtenidos se obtienen lugares dentro del mismo espacio que cuentan con movimiento de aire y otros que carecen de él, obteniendo valores m/s que intervienen en las sensaciones térmicas del usuario.

Se determinó no solo la velocidad del aire que influye en la temperatura interior, sino también se obtuvo datos de la higiene del aire que nos permitirá conocer la cantidad de personas insatisfechas que existen en el ambiente; determinado por las cantidades del CO<sub>2</sub> del aire en unidades ppm (partículas por millón); Una mala calidad de aire en áreas de trabajo y estudios puede ocasionar pérdidas de concentración, cansancio y bajo rendimiento.



La toma de datos se realizó en lapsos de una hora por periodos de siete días, cada tres meses para cubrir la totalidad del periodo de clases y poder obtener una muestra representativa, saliéndonos algunas veces del programa de muestreo



establecido y aprovechado nuestra proximidad permanente a los espacios de estudio, tomando datos en actividades que por alguna razón mostraban una actividad mayor o masiva para tener un margen máximo de comparación.

INFORME CUANTITATIVO DE MEDICIÓN DE CO2  
ICM – CO2

 <p>Laboratorio de Confort Ambiental Instituto de Investigaciones de Arquitectura Facultad de Arquitectura Universidad Mayor de San Simón</p>	<b>DATOS GENERALES</b>			
	ESPACIO DE EVALUACIÓN: Fac. Arquitectura		FECHA: 4 – Octubre -2004	
	AMBIENTE : Aula 707			
	UBICACIÓN: Eje mayor norte - sur			
	DÍAS DE MEDICIÓN : 9			
FECHAS DE MEDICIÓN :	4,5,6 - Mar	12,13,14-mar	20,21,22-Mar	
HORAS DE MEDICIÓN :	10:30	12:30	19:30	

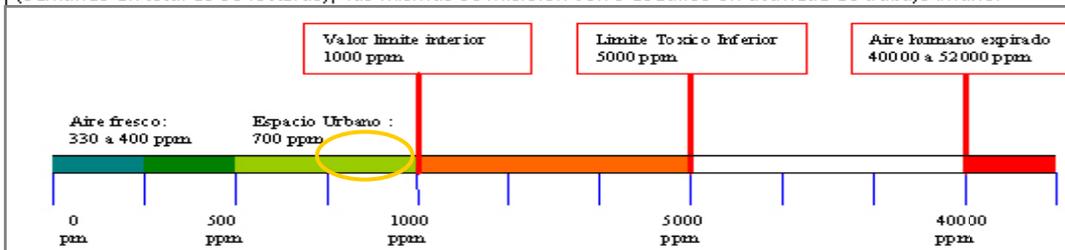
<b>DATOS DEL ESPACIO DE EVALUACIÓN</b>				<b>MEDICIONES</b>				
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE CO2 – TESTO 535				CANTIDAD DE MEDICIONES :				27
AMBIENTE : aula 707				CON ACTIVIDAD HUMANA VENTANA Y PUERTA CERRADA :				6
DIMENSIONES :	H= 5.30	L= 10.10	A= 500.88	CON ACTIVIDAD HUMANA VENTANA Y PUERTA ABIERTA :				21
SUPERFICIE :	15.90 M2	VOLUMEN :	38.16 M3	CANTIDAD DE LECTURAS POR MEDICIÓN :				9
DIMENSIÓN DE GRILLA :	2.05 m. x 1.94 m.			CANTIDAD TOTAL DE LECTURAS TODAS LAS MEDICIONES :				243

MEDICIÓN CO2		Unidad = PPM							
CON ACTIVIDAD HUMANA VENTANA Y PUERTA CERRADA	PTO. MED.	FECHA	HORA	CON ACTIVIDAD HUMANA VENTANA Y PUERTA ABIERTA	PTO. MED.	FECHA	HORA		
VALOR MÍNIMO	1016 PPM	9-27	4,5,6	VALOR MÍNIMO	913 PPM	9-27	4,5,6	10:30	
VALOR MÁXIMO	1778 PPM	9-27	12,13,14	VALOR MÁXIMO	1466 PPM	9-27	12,13,14	12:30	
VALOR MEDIO	1259 PPM	9-27	20,21,22	VALOR MEDIO	965.62 PPM	9-27	20,21,22	19:30	

EMISORES DE CO2 - ACTIVIDAD HUMANA			
CANTIDAD DE PERSONAS EN EL AMBIENTE: (PROMEDIO)	3	ACTIVIDAD DE TRABAJO PESADO:	0
ACTIVIDAD DE TRABAJO LIVIANO:	3	OTROS EMISORES: protectora de acetatos	
ACTIVIDAD DE TRABAJO MEDIO:	0		

**INFORME**

Se midió la cantidad de CO2 existente en los distintos espacios evaluados tomando en la planta una grilla espacial cuadrangular ortogonal dimensionada. La medición comprendió el día 6 de marzo con una secuencia cronológica de 4 horarios distintos, utilizando sensor medidor de CO2 TESTO 535, con un total de 6 mediciones equivalentes a 10 lecturas en cada una (sumando un total de 60 lecturas), las mismas se midieron con 3 usuarios en actividad de trabajo liviano.

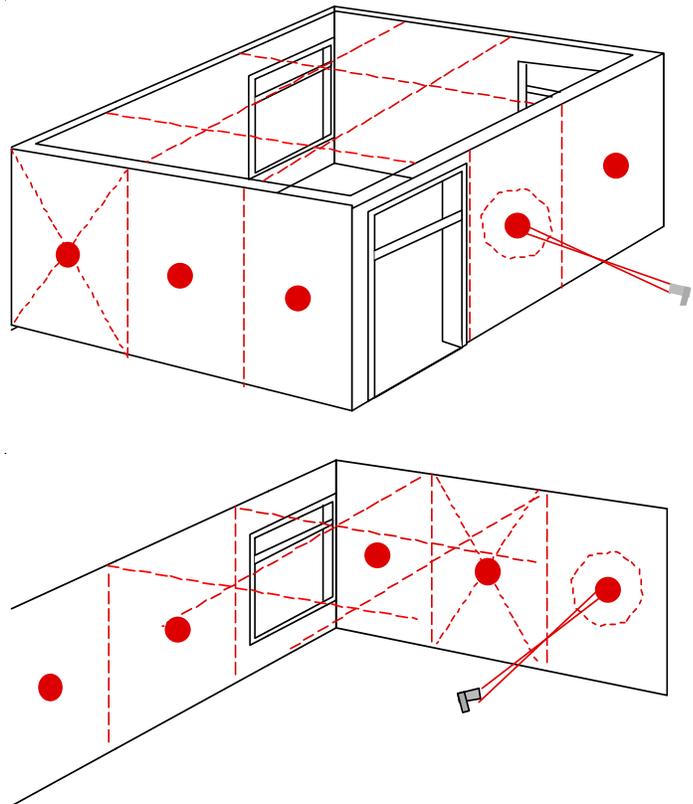




☉ **Radiación.** Se la realiza con el termómetro infrarrojo que realiza la medición de temperaturas superficiales sin, necesidad de un contacto directo, a traves de la tecnología infrarroja, el equipo permite leer temperaturas de manera inmediata y de elementos de difícil accesibilidad.



Los datos se los obtuvo de forma perimetral exterior, tomando en cuenta la división en nueve que se realizo al espacio interior, se obtuvo tres datos por elevación expuesta a la radiación solar, hasta doce datos de los cerramientos verticales en los elementos aislados, y nueve del cerramiento horizontal superior (cubierta) si es que el aula contara con una. Determinando cuales son las superficies verticales con mayor incidencia solar, tomando en cuenta que esta radiación incide, a través de la ganancia y la perdida de calor, a la sensación térmica.



Aula 707	PARAMETRO RADIACION						OBSERVACIONES
	Mes calido		Mes frio		Mes de trans.		
	Tem Pr sup C°	Orientacion	Tem Pr sup C°	Orientacion	Tem Pr sup C°	Orientacion	
H1 10:30	27.8	E	24.6	E	25.1	E	La radiación incide el las fachadas de acuerdo a la hora y la época del año  Esto debido a la trayectoria solar
	24.3	S	22.5	N	23.4	N	
H2 14:30	26.3	S	24.8	N	25.1	N	Los datos tomado fueron promediados determinando la incidencia por radiación
	32.1	O	25.9	O	27.6	O	
H3 16:30	26.6	O	23.7	O	24.3	O	El sol de invierno baja su angulo de inclinacion al norte



## 2. Iluminación.

Con el mismo procedimiento de dividir el espacio en nueve, se toma los datos de Iluminación natural con el Luxómetro que permite la medición de la intensidad de la luz a través de la fotocélula que convierte la señal de un impulso eléctrico que posteriormente presenta la pantalla, en Luxes.



Determinando si el espacio tiene una iluminación homogénea o existen áreas con mayor o menor iluminación, ya que el ingreso de la luz natural que penetra en las ventanas puede llegar a extenderse o no cubrir todo el espacio, dependiendo de su orientación, altura, dimensiones, o simplemente siendo insuficientes, así mismo se determina si esta iluminación es suficiente para la actividad que se realiza en este espacio, enseñanza, dibujo, lectura y escritura. La toma de muestras se la realiza a una altura correspondiente a la actividad visual, verificando la luz que incide en las mesas de dibujo, equipamiento del espacio y la altura de observación de los ojos de una persona sentada en uno de los taburetes del aula.

### INFORME CUANTITATIVO DE MEDICIÓN DE INTENSIDAD ILUMINACIÓN NATURAL ICM - ILUM

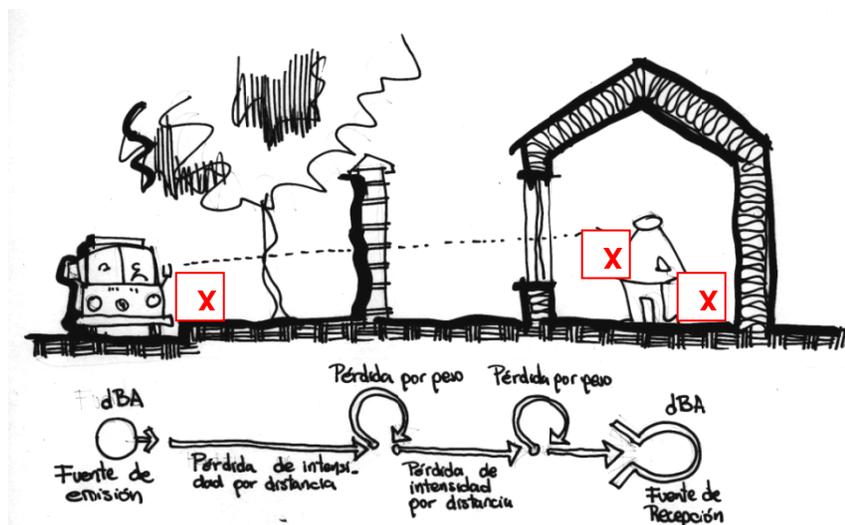
<p>Laboratorio de Confort Ambiental Instituto de Investigaciones de Arquitectura Facultad de Arquitectura Universidad Mayor de San Simón</p>		<b>DATOS GENERALES</b>								
		ESPACIO DE EVALUACION:			FECHA: febrero Enero -2005 -					
		AMBIENTE: Aula 707								
		UBICACIÓN: En mayor norte - sur								
		DÍAS DE MEDICIÓN : 9								
		FECHAS DE MEDICIÓN :		4,5,6 - Oct		12,13,14 - Oct		20,21,22 - Oct		
		HORAS DE MEDICIÓN :		10:30		12:30		19:30		
<b>DATOS DEL ESPACIO DE EVALUACIÓN</b>					<b>MEDICIONES</b>					
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : LUXOMETRO - TESTO 545					CANTIDAD DE MEDICIONES :					27
AMBIENTE : COCINA - DORMITORIO					MEDICIONES DE ILUMINACION NATURAL (A) :					27
DIMENSIONES : H= 5.30 L= 10.10 A= 500.88					MEDICIONES DE ILUMINACION ARTIFICIAL (B) :					0
SUPERFICIE : 15.90 M2 volumen 38.16 M3 26.52 M3					CANTIDAD DE LECTURAS POR MEDICIÓN :					9
DIMENSIÓN GRILLA : 1.03*0.97					CANTIDAD TOTAL DE LECTURAS TODAS LAS MEDICIONES					243
<b>MEDICIÓN DE INTENSIDAD DE ILUMINACION Unidad = LUX (Lx)</b>										
VALORES DE MEDICIÓN ILUMINACION NATURAL (A)		PTO. MED.	FECHA	HORA	VALORES DE MEDICIÓN ILUMINACION ARTIFICIAL (B)		PTO. MED.	FECHA	HORA	
VALOR MÍNIMO 1 Lx		9-27	4,5,6	10:30	VALOR MÍNIMO Lx					
VALOR MÁXIMO 212 Lx		9-27	12,13,14	12:30	VALOR MÁXIMO Lx					
VALOR MEDIO 30.75 Lx		9-27	20,21,22	19:30	VALOR MEDIO Lx					
INGRESO DE ILUMINACION NATURAL Existen vanos en la fachada este y en la oeste; siendo ventanas bajas y altas estando el ingreso en fachada oeste también como fuente de iluminación natural.					<p>Luz obstruida por cortinas Luz de mañanas anual Disminucion hasta un 30% Disminucion hasta un 40%</p>					

### 3. Sonido

Al ser las ondas de sonido fluctuaciones en la presión de aire, se mide la intensidad de una fuente a través de un micrófono de alta sensibilidad, para esta medición se utilizó el Sonómetro, se utilizó la misma división del ambiente en estudio que el de la luz, obteniendo nueve datos por aula tres días a la semana por tres semanas en los tres meses seleccionados del año; lo que nos permite tener diferentes mediciones de acuerdo a las ubicaciones del receptor en relación con la unidad emisora interna que en este caso es el docente, así mismo se obtiene los datos de las fuentes de contaminaciones sonora externas, emisor y su recepción dentro el aula. Tomando en cuenta que estas fuentes de contaminación sonora pueden ser móviles y/o temporales, (amplificaciones de fiestas, bandas, grupos de gente, asambleas estudiantiles) se realizó el muestreo de tres días en tres semanas tres meses no siendo una sola toma de muestra que podía ser no representativa.



Tomando en cuenta que los aspectos acústicos pueden ser identificados de acuerdo a dos situaciones, la primera, la acústica arquitectónica, es decir la inteligibilidad de la palabra, referida a la calidad de llegada de la información sonora al receptor y segundo, las condiciones de aislamiento del aula respecto a posibles fuentes externas de contaminación.



## Ee-2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ERGONÓMICOS EN AMBIENTES EDUCATIVOS A TRAVÉS DEL METODO DE CONSTELACIÓN DE ATRIBUTOS - ESTUDIO DEL CASO.



Una vez evaluados los parametros de confort ambiental, se quiso sustentarlos con la percepción misma del usuario, ya que la ergonomía se basa necesariamente en las sensaciones que el usuario tiene en su espacio y ver si estas ayudan o perjudican al desarrollo óptimo de sus actividades y a su productividad, es decir a su rendimiento.

El método de Constelación de Atributos idealizado por MOLES (1968) y trabajado por diversos investigadores en el Instituto de Psicología Social de Estrasburgo, es utilizado con el objetivo de auxiliar a los profesionales conectados al área de proyecto a fin de tornarlos conocedores de la conciencia psicológica del usuario frente al espacio <sup>19</sup>



Así, se registra, analiza y se correlaciona la percepción de alumnos acerca del equipamiento de enseñanza superior de arquitectura, en cuanto el ambiente del aula a fin de identificar posibles problemas [ergonómicos](#), que estén interfiriendo en el factor aprendizaje (productividad).

A fin de obtener esta información, se aplicó un cuestionario compuesto de cuatro preguntas, queriendo identificar a través de la percepción de los [usuarios](#), posibles

---

<sup>19</sup> IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ERGONÓMICOS EN AMBIENTES EDUCATIVOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA CONSTELACIÓN DE ATRIBUTOS. Andreza Procoro, Antônio Alceu, Luciana Antunes, Vilma Villarouco, ENCAC-COTEDI 2003



problemas relacionados a la [ergonomía](#). Posteriormente los datos obtenidos por medio de los cuestionarios fueron utilizados para la construcción de las constelaciones de atributos, identificando así, la relación psicológica de los usuarios con el ambiente en cuestión.

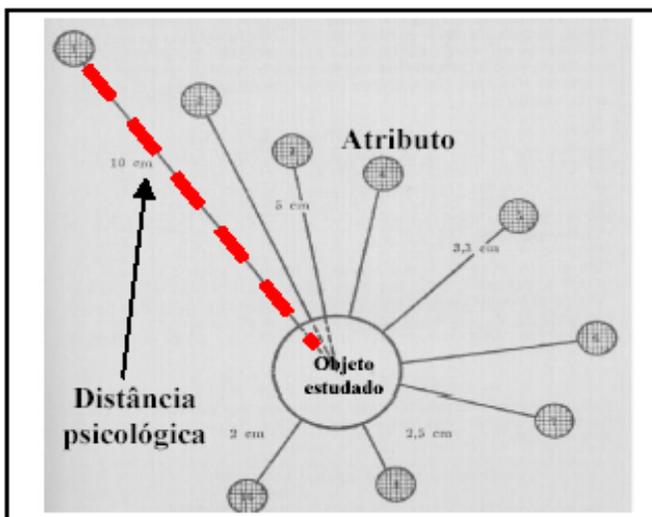


Figura 01: Modelo de representación de las constelaciones de atributos (SCMIDT – 1974)

Se trata de una técnica experimental de análisis de las asociaciones espontáneas de ideas, donde se interroga a una población cuyas características se conocen y después se agrupan según los [calificativos](#) referentes al aspecto electo. Consiste en uno de los métodos más importantes para auxiliar la evidencia de las estructuras consideradas, utilizadas por el hombre para denominar o caracterizar su casa u

otros lugares, con los cuales él pueda tener una relación directa. El usuario tiene en sus acciones de apropiación del espacio, una serie de contradicciones que parecen poseer una correcta dinámica. La idea [psico-sociológica](#) del método es conocer y dominar estas posibles reacciones contradictorias que se hagan presentes en la acción de apropiación de los espacios por el usuario.

La forma de organización de los datos (figura 01), permite evaluar el comportamiento de los atributos con relación al espacio evaluado. El grado de aproximación o alejamiento de las variables indica que las más próximas del centro de la figura, donde se encuentra definido el objeto estudiado, ejercen una relación más directa para explicar el fenómeno de percepción y adaptación del espacio en que se vive. Cuando se encuentran más alejadas explicarían el fenómeno observado con menos propiedad en el que se refiere a la relación usuario-espacio.



El procedimiento adoptado para la construcción de la constelación de atributos son:

### **1. Obtención de Datos.**

En un primer momento se elabora un cuestionario simple y abierto. La intención primera es de proceder a un levantamiento amplio, que de forma libre enumere los atributos que puedan definir los aspectos afectivos conectados al ambiente. Este cuestionario comprenderá dos partes, la obtención de las características espontáneas y la obtención de características inducidas.

#### **● Características Espontáneas**

Las variables obtenidas, explicarán la percepción del usuario frente a un determinado ambiente, dando a conocer en sus respuestas vivencias personales, permitiendo así, identificar la relación del usuario con el ambiente evaluado, desde su punto de vista. Se refiere, por lo tanto, a la imagen simbólica del individuo frente al espacio <sup>(20)</sup>.

#### **● Características Inducidas**

Es el que SCHMIDT (1974) los llama "asociación de ideas"; estos [calificativos](#) son obtenidos a través de una pregunta general relacionada al objeto en estudio y que no remita la idea de afectividad al usuario del ambiente en cuestión.

En esta fase se puede llegar a la información que es espontánea y lo que es estereotipo para el usuario, o sea, aquello que simplemente es reproducido por mecanismos ya automatizados de comportamiento incentivados por los medios de comunicación de masas; distinguiendo lo que es objetivo de lo que es subjetivo en la percepción de los usuarios de un determinado espacio.

Así se le presenta al usuario del espacio, alumnos y docentes, el siguiente cuestionario; donde las preguntas 1 y 2 darán los calificativos espontáneos y las preguntas 3 y 4 las características inducidas.

---

<sup>20</sup> (MAFRA, 1996)



PENSANDO EN LA ILUMINACION, VENTILACION, TEMPERATURA,  
EN EQUIPAMIENTO, LIMPIEZA Y SEGURIDAD  
RESPONDE LAS PREGUNTAS

a. ¿Como es tu facultad de arquitectura?  
1..... 2.....  
3..... 4.....

b. ¿Como es tu ambiente de aula?  
1..... 2.....  
3..... 4.....

-----

1-¿Como debería ser una facultad de arquitectura?  
1..... 2.....  
3..... 4.....

2- ¿Como debería ser una sala de clases?  
1..... 2.....  
3..... 4.....

**2. Proceso de Datos**

Después de la obtención de los datos se procede a la organización de los mismos utilizando los procedimientos citados en las siguientes etapas.

a) El cuestionario es constituido por preguntas, sin restricción en cuanto al número de respuestas, ni al número de entrevistados. Después de la obtención de las respuestas se procede á la clasificación de las variables por frecuencia decreciente de aparición. Se puede de esta forma conseguir el número de veces que cada variable fue citada, procediendo a la clasificación. Después de la organización de las variables por orden decreciente, estas serán representadas gráficamente a través de la definición de la probabilidad de aparición de cada atributo ( $p_i$ ) con el objeto evaluado a partir de la fórmula:

$$P_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de aparición del atributo}}{\text{n}^\circ \text{ total de respuestas}}$$

(Form. 01)

b) Después de recogidas las respuestas que se refieren al mismo punto, se clasifican estos calificativos por frecuencia decreciente. Un cálculo determina la distancia “psicológica” que separa cada calificativo del ítem estudiado.



Después de la determinación de la distancia psicológica se efectúa la multiplicación de este valor por diez, con el propósito de tener mejor representación en el gráfico de estas distancias (en centímetros).

$$D = \frac{1}{P_i} \quad (\text{Form. 02})$$

c) Se traza un gráfico cuyo centro es el ítem, representando las diferentes categorías de cualitativos a una distancia del centro tanto menor cuanto mayor sea la frecuencia de menciones o de asociaciones con el que se obtiene la imagen “psicológica” que la población considerada posee del ítem en estudio. Se trata entonces de un método de representación gráfica de asociaciones <sup>(21)</sup>.

### 3. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Fueron aplicados 100 cuestionarios con alumnos y Docentes de la Facultad obteniéndose un total de 328 respuestas para los calificativos espontáneos y 310 respuestas para los calificativos inducidos. El cuestionario fue dividido en dos partes; cada una con dos preguntas, la primera buscando captar la percepción del alumno con relación a las instalaciones del equipamiento de enseñanza superior y la segunda buscando captar la percepción con relación al ambiente del aula.

Las preguntas referentes a las características espontáneas fueron:

- a. Como es tu facultad de arquitectura? (Figura 02).
- b. Como es tu aula? (Figura 04).

Las preguntas referentes a las características inducidas fueron:

- 1- Como debería ser una facultad de arquitectura? (Figura03)
- 2- Como debería ser tu aula? (Figura 05)

Después de la obtención de las respuestas se procedió a la clasificación de las variables por frecuencia decreciente de aparición y posterior construcción de las cuatro constelaciones de atributos referentes a la percepción de los alumnos.

Los calificativos serán presentados un modelo de la tabla utilizada para la clasificación de las variables por frecuencia para las constelaciones de atributos resultantes de estas clasificaciones.

---

<sup>21</sup> (SCMIDT, 1974)



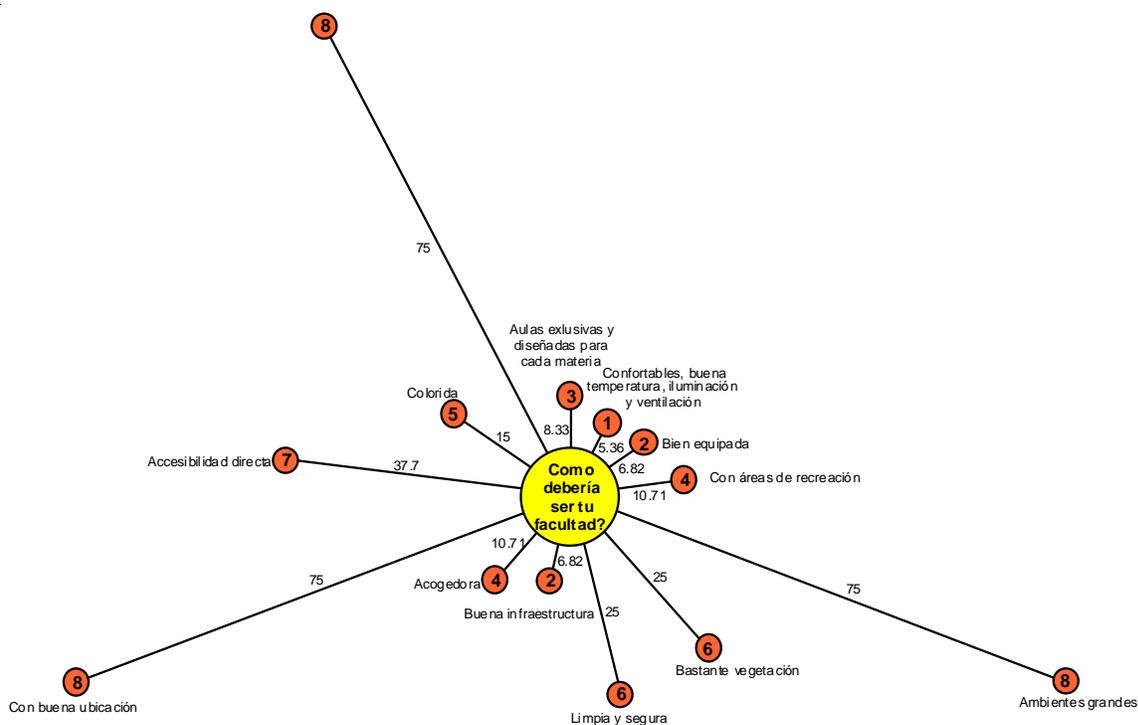
<b>PREGUNTA a</b>					
<b>Como es tu Facultad de Arquitectura?</b>					
Respuesta	Cantidad	Total de respuestas	Porcentaje	<i>Distancia</i>	Orden
Aulas no adecuadas	14	178	7,87 %	12,71	4
Faltan equipos	26	178	14,61 %	6,85	3
Faltan áreas de recreación	6	178	3,37 %	29,67	6
Mala iluminación, ventilación y temperatura, (mala confortabilidad)	48	178	26,97 %	3,71	1
Pocas aulas	6	178	3,37 %	29,67	6
Falta de seguridad medica	2	178	1,12 %	89,00	8
Espacios reducidos	2	178	1,12 %	89,00	8
Mala organización	12	178	6,74 %	14,83	5
Falta limpieza y seguridad	36	178	20,22 %	4,94	2
Poca vegetación	2	178	1,12 %	89,00	8
Ventanas rotas	2	178	1,12 %	89,00	8
Ruido en cubiertas	2	178	1,12 %	89,00	8
Amplia cómoda, bien iluminada	12	178	6,74 %	14,83	5
Buena ubicacion	4	178	2,25 %	44,50	7
Accesibilidad inadecuada	4	178	2,25 %	44,50	7
<b>TOTAL</b>	<b>178</b>		<b>100 %</b>		



La calidad con mayor cantidad de respuestas, se presenta al en los usuarios como muestra de que poco a poco los conceptos de confort pasan de ser satisfactores a ser necesidades al volverse una calidad colectiva



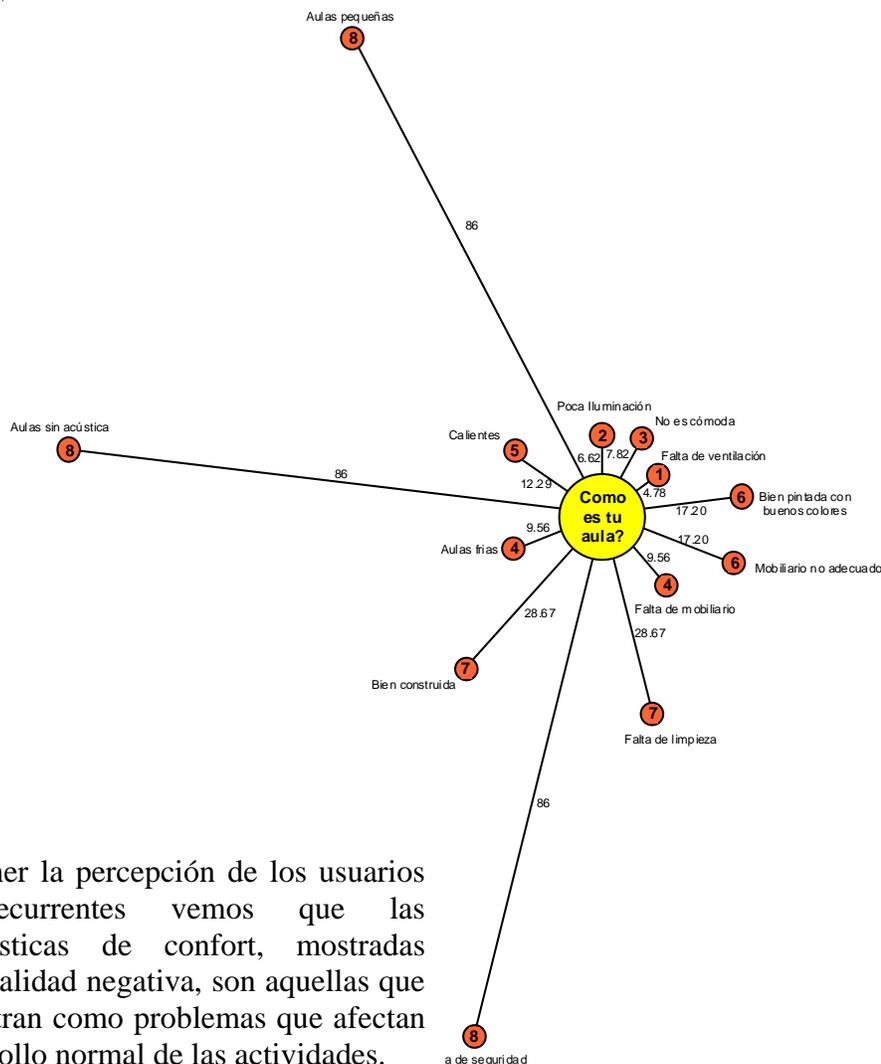
<b>PREGUNTA 1</b>					
<b>¿Como debería ser tu facultad de arquitectura?</b>					
Respuesta	Cantidad	Total de respuestas	Porcentaje	<i>Distancia</i>	Orden
Aulas exclusivas y diseñadas para cada materia	18	150	12,00 %	8,33	3
Confortables, buena temperatura, iluminación y ventilación	28	150	18,67 %	5,36	1
Bien equipada	22	150	14,67 %	6,82	2
Con áreas de recreación	14	150	9,33 %	10,71	4
Área de enfermería	2	150	1,33 %	75,00	8
Ambientes grandes	6	150	4,00 %	25,00	6
Bastante vegetación	6	150	4,00 %	25,00	6
Limpia y segura	22	150	14,67 %	6,82	2
Buena infraestructura	14	150	9,33 %	10,71	4
Acogedora	2	150	1,33 %	75,00	8
Con buena ubicación	4	150	2,67 %	37,50	7
Accesibilidad directa	10	150	6,67 %	15,00	5
Colorida	2	150	1,33 %	75,00	8
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>		<b>100,0 %</b>		



En un clima como el de Cochabamba, caracterizado como seco con grandes oscilaciones térmicas durante el día es necesario que los ambientes funcionen como verdaderos refugios brindando cualidades de confort. Como muestran las respuestas más afluyentes.



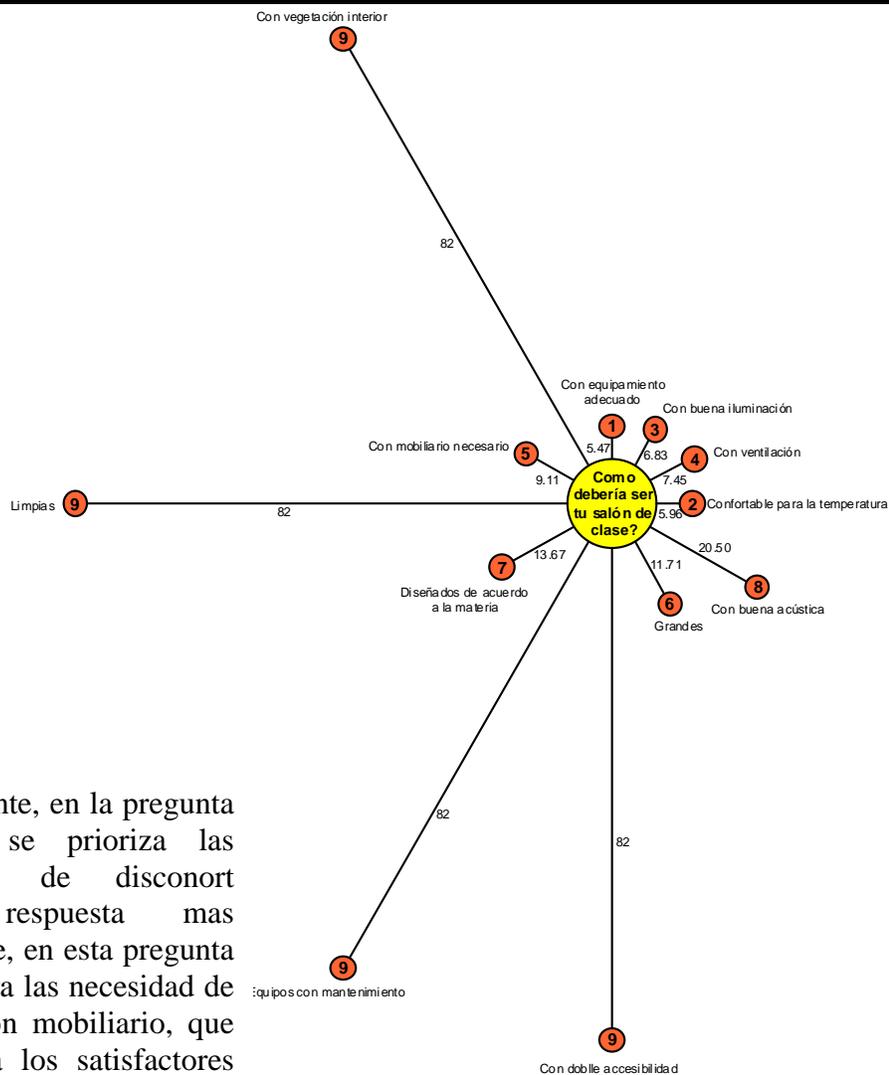
REGUNTA b					
Como es tu aula?					
Respuesta	Cantidad	Total de respuestas	Porcentaje	<i>Distancia</i>	Orden
Poca iluminación	26	172	15,12 %	6,62	2
No es cómoda	22	172	12,79 %	7,82	3
Falta de ventilación	36	172	20,93 %	4,78	1
Bien pintada con buenos colores	10	172	5,81 %	17,20	6
Mobiliario no adecuados	10	172	5,81 %	17,20	6
Falta de mobiliario	18	172	10,47 %	9,56	4
Falta de limpieza	6	172	3,49 %	28,67	7
Falta de seguridad	2	172	1,16 %	86,00	8
Bien construida	6	172	3,49 %	28,67	7
Aulas frías	18	172	10,47 %	9,56	4
Aulas sin acústica	2	172	1,16 %	86,00	8
Calientes	14	172	8,14 %	12,29	5
Aulas pequeñas	2	172	1,16 %	86,00	8
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>		<b>100 %</b>		



Al obtener la percepción de los usuarios más recurrentes vemos que las características de confort, mostradas como cualidad negativa, son aquellas que se muestran como problemas que afectan al desarrollo normal de las actividades.



REGUNTA 4					
¿Como debería ser salón de clases?					
Respuesta	Cantidad	Total de respuestas	Porcentaje	<i>Distancia</i>	Orden
Con equipamiento adecuado	30	164	18,29 %	5,47	1
Con buena iluminación	24	164	14,63 %	6,83	3
Con ventilación	22	164	13,41 %	7,45	4
Confortable para temperatura	28	164	17,07 %	5,86	2
Con buena acústica	8	164	4,88 %	20,50	8
Grandes	14	164	8,54 %	11,71	6
Con doble accesibilidad	2	164	1,22 %	82,00	9
Equipos con mantenimiento	2	164	1,22 %	82,00	9
Diseñadas de acuerdo a la materia	12	164	7,32 %	13,67	7
Limpias	2	164	1,22 %	82,00	9
Con el mobiliario necesario	18	164	10,98 %	9,11	5
Con vegetación interior	2	164	1,22 %	82,00	9
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>		<b>100,0 %</b>		



No obstante, en la pregunta anterior se prioriza las calidades de disconfort como respuesta mas recurrente, en esta pregunta se muestra las necesidad de contar con mobiliario, que sobrepasa los satisfactores anteriores.



## Consideraciones.

Los datos obtenidos a través de la aplicación de la constelación de atributos revelaron la percepción que los alumnos poseen de su Facultad relacionada con el bienestar, térmico, lumínico y acústico, espacios limpios, seguridad y habitabilidad.



Los calificativos de las respuestas identifican información relevante sobre la percepción los problemas ergonómicos: de confort ambiental y de habitabilidad, sin ningún “carácter favorable” de los alumnos a la institución de enseñanza.



Se identifica que bajo su percepción, los usuarios encuentran que hay mala iluminación, acústica ventilación, como necesidad principal, falta mobiliario como una característica de necesida, falta limpieza en sus ambientes, y falta de aulas siendo las respuestas mas importantes por frecuencia de aparición, encontrando solo un atributos positivo que es la de “buena ubicación” con una

frecuencia de aparición de una respuesta. También se obtuvo percepciones interesantes como falta de un área medica, cubiertas ruidosas y poca vegetación.

La utilización de la metodología de la constelación de atributos fue relevante en el sentido que permitió el mapeo de la percepción que los usuarios, del área de enseñanza y aprendizaje, poseen de sus espacios; sobretodo se verificó con la aplicación de los cuestionarios, la identificación de problemas [ergonómicos](#) ambientales, uno de los objetivos iniciales del presente trabajo; pudiendo comparar estos resultados con los obtenidos en la Ee-1 (Medición y Evaluación de los Parámetros

de Confort) obteniendo así una evaluación que toma en cuenta los parámetros y los factores de confort.

### **Ee- 3. Registro, exploración y reflexión de imágenes**

#### **● Habitabilidad**



En horario normal de actividades, en clases regulares se observó una concurrencia masiva de alumnos, rebasando el límite de las aulas, optando en época de exámenes a apropiándose de las zonas exteriores para cubrir con la demanda.

Esta concurrencia de alumnado provoca en el interior una concentración de aire lo que conlleva a una ventilación inadecuada y con esto un aumento de la temperatura interior, provocando el agotamiento metabólico de los usuarios, pudiendo interferir esto en el rendimiento de los mismos.



Así mismo, se observó como causa de agotamiento metabólico, la insuficiencia de iluminación uniforme dentro de los ambientes, lo que provoca un cansancio somnoliento en los alumnos, esto debido a la insuficiente iluminación natural, recurriendo en la mayoría de los ambientes al uso de la luz artificial en pleno día provocando derroche de energía

## ● Rendimiento



Debido a las actividades que conlleva el enseñar y aprender arquitectura, los materiales que se manejan son de formato grande, , por esto es necesario un mobiliario adecuado a sus dimensiones para poder emplearlos con facilidad, cuando este se ve rebasado por el número de alumnos el desarrollo adecuado de las actividades se dificulta.



La ubicación de la pizarra, punto central de atención en la actividad dentro el aula, es importante así como su correcta iluminación uniforme distribuida en su superficie, que al ser esta inadecuada se produce contrastes reflejos y deslumbramiento, tanto de luz natural como artificial, lo que dificulta el observar con claridad y mas aun leer.



La disposición del mobiliario al estar en un orden establecido facilita la circulación interior y el desarrollo adecuado y natural de las actividades, al no encontrarse en estas condiciones se recurre a interrumpir las actividades cada que alguien desee circular.



Así mismo la combinación errónea de iluminación natural y artificial al no llegar a unificarse en el ambiente, produce una iluminación diferenciada lo que provoca desajuste y desgastes visuales, sin mencionar el derroche energético.



Así mismo se observó espacios en los cuales la iluminación tanto natural como artificial es ineficiente provocando contrastes y deslumbramiento lo que llega a provocar fatiga visual, esto interfiere con el rendimiento dentro del aula, provocando una tardanza para que el ojo se ajuste a estos cambios de luz dentro del ambiente.

- **Consideraciones**

En las anteriores observaciones se encontraron diversos factores que intervienen en un adecuado desarrollo de las actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje. Los cuales pueden llegar a intervenir en un óptimo rendimiento, se parametrizaron estos factores en tres conjuntos interrelacionados entre sí, la habitabilidad que asemeja las condiciones en las que los alumnos y docentes se encuentran diariamente en estos ambientes; la seguridad encontrando factores que arriesgan la seguridad de los usuarios siendo fuentes de accidentes, y el rendimiento los cuales de estos factores pueden intervenir directamente en el rendimiento inmediato o a largo plazo, favorable o desfavorablemente, en todos estos casos se encontraron factores y circunstancias desfavorables, que son los motivos esenciales para realizar este análisis.



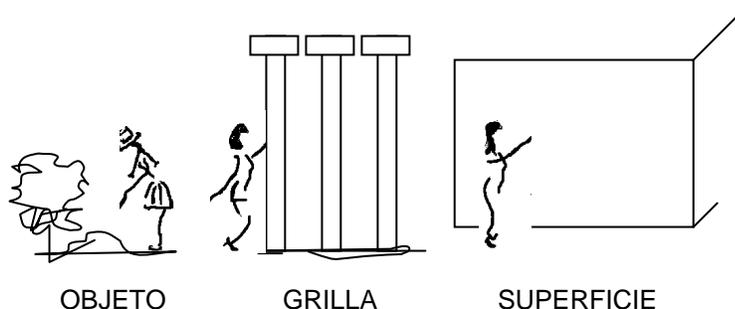
### 7.1.2. Análisis de la tarea.

Para el análisis de las tareas desarrolladas en las aulas en estudio, es adoptada la herramienta de Notaciones de Secuencias Espaciales aplicadas a Recorridos Dirigidos a través del equipamiento de Enseñanza de Arquitectura, en cuanto a: actividades desarrolladas, accesibilidad, seguridad y factores ambientales.

#### Ee-4. LA ANATOMIA DEL ESPACIO Y LAS NOTACIONES ELEMENTALES DE SECUENCIAS-ESPACIO APLICADO RECORRIDOS DIRIGIDOS.

La vida de las personas pasa en movimiento, de un espacio a otro. Se ven articulados aquellos espacios entre los que nos movemos, así también los diseñadores o evaluadores del entorno espacial pueden percibir la anatomía del espacio.

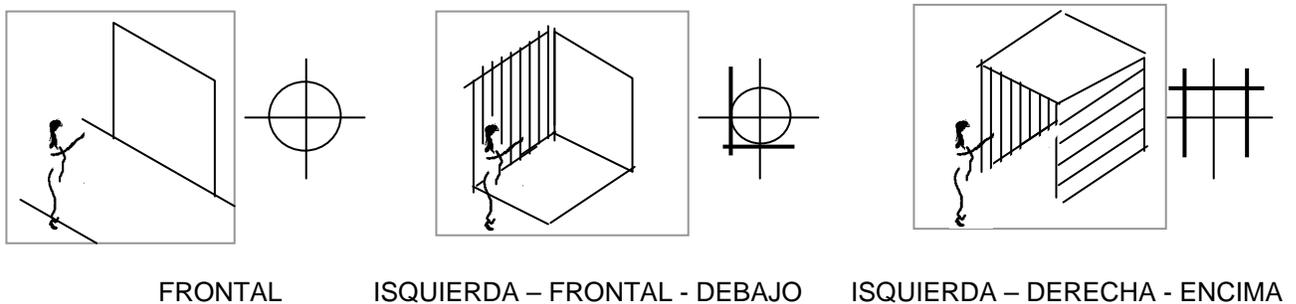
En el transcurso de un día las personas se mueven a través del entorno espacial a diferentes grados de velocidad, con pausas de diferente duración, en varios lugares; observando mas analíticamente se puede percibir que el Escenario del entorno esta compuesto por una variedad de Espacios y Vistas. En un momento la persona se da cuenta que esta en uno o mas espacios, y posiblemente con Vistas dentro de uno o más espacios diferentes, los cuales no los ocupa en ese momento y que puede moverse de un espacio pequeño a otro también pequeño mientras permanecemos en el mismo espacio mayor.



Los Espacios están establecidos por la presencia percibida de elementos de borde. Estos Elementos Establecientes del

Espacio pueden tomar diversas formas.

Se considera ahora a una persona en el momento que esta entrando en un espacio, es un momento de transición de un Espacio a otro, se llama Espacio-Evento y ocurren cientos de veces al día. “En este momento de entrada podemos conceptualizar el espacio como el establecido por la combinación de objetos, grillas, y/o superficies; cada uno de ellos en la posición de encima, debajo, ala izquierda, al frente, o a la derecha”. <sup>(22)</sup> Se puede representar esta situación espacial en términos de “Indicador de la Posición de los Elementos Establecientes del Espacio” (IPEEE).



Los ejes horizontales y verticales son los mismos que los de la proyección hemisféricas el eje horizontal a la altura de los ojos del observador y el vertical indicando la línea central del observador.

La notación de IPEEE puede usarse para describir una secuencia espacial haciendo una en cada Espacio-Evento a lo largo de una línea Tiempo-Distancia, con la escala en relación a la velocidad de movimiento de una persona a lo largo de un camino a través del entorno, siendo un análisis de Espacio –Secuencia.

Este método de análisis de Espacio-Secuencia fue empleado en los Recorridos Dirigidos para analizar las condiciones de trabajo de las tareas desarrolladas en los ambientes estudiados, siendo relatadas las características de las tareas prescritas y del espacio físico donde ellas se desarrollan (delimitación del Sistema Hombre-Tarea) y el desempeño físico ambiental de esos mismos espacios.

<sup>22</sup> (PHILIP THIEL – Notaciones para un entorno Experienciable”



Los recorridos dirigidos son métodos empleados por sociólogos para evaluaciones en la educación ambiental, en los que se trabaja con un grupo establecido que dará su percepción de lo que ve, con una previa capacitación y su propia interpretación, bajo un recorrido establecido con determinados incentivos o puntos de anales de la temática dada, se vio por conveniente adjuntar este método al de secuencias-espacio para un mejor desempeño y desarrollo del análisis de la tarea.

### **1. Obtención de Datos.**

Se realizó Recorridos Dirigidos por el Equipamiento en estudio, en grupos de diez personas, usuarios de diferentes niveles de la Facultad; cinco grupos por cinco direcciones diferentes establecidas basándose en el análisis de circulación realizado en el marco teórico; se tomo en cuenta las aulas como espacios analizados y su circulación que las relaciona como accesos de los mismos, ambos como espacios primarios.

Se realizo en una secuencia de espacios, la evaluación de las condiciones de los ambientes de confort ambiental (iluminación, temperatura, ruido); a medida que se va caminando a través de la secuencia, los 10 alumnos describían las condiciones de trabajo y características de cada espacio a medida que se entra en él (espacio-Evento) usando IPEEE para denotar la posición y tipo de los Elementos Establecientes del Espacio.

Se procedió de esta forma al llenado de la hoja de observación que se les había proporcionado, asumiendo las siguientes condiciones:

- ⊕ El camino es el indicado (sea 1, 2, 3, 4, o, 5), la notación se la realizara en cada Espacio-Evento y en el interior del espacio punto señalado.
- ⊕ La velocidad de movimiento a lo largo de este camino es uniforme.
- ⊕ La longitud del tiempo de recorrido es exactamente 30 minutos de largo con paradas de 3 a 5 minutos en cada Espacio-Eventos o punto señalado.

✦ Los factores y elementos a ser observados son las condiciones de seguridad, los parámetros de temperatura, ventilación e iluminación.

## 2. Análisis de Datos.

Se procedió a la lectura e interpretación de las hojas de observación se encontraron varios puntos comunes, algunas observaciones individuales pero muy acertadas y se las comparo con la realidad.

Las hojas de observación demostraron, cualidades de los ambientes que pueden llegar a intervenir con la actividad que se realiza ahí, disminuyendo de cierta forma el buen rendimiento del espacio y del hombre

## 3. Consideraciones.



Se consideró como accesos las entradas frontal y lateral a la edificación principal y las circulaciones internas verticales y horizontales. No se cuenta con un ingreso relacionado directamente con el exterior al campus universitario, lo que se convierte en una barrera visible que es un impedimento concreto dificultando la accesibilidad de los alumnos,



Se observó que no existe ningún acceso que este diseñado o adaptado para acoger correctamente a alumnos portadores de deficiencias, estando toda la circulación del área central incluida en el patio principal en desniveles de piso convirtiéndose en una barrera de circulación para personas discapacitadas.

El acceso a los pisos superiores de la segunda edificación del área principal, es únicamente a través de la escalera, con ausencia de pasamanos en el lateral interior, con pisos que por el continuo uso y por su estado de conservación se están volviendo resbalosos y la baranda de protección de la circulación de las plantas altas no da seguridad debido a su altura y a su poca estabilidad.

Otros de los aspectos que deben ser considerados en cuanto a la seguridad son las instalaciones eléctricas, tanto en la circulación interna de las edificaciones como en las propias aulas se hallan sin protección alguna, encontrándose cables pelados para la colección de encendido de la luz.



En las aulas se realizan actividades pedagógicas teóricas, prácticas y actividades graficas, el docente no tiene un equipamiento establecido para el, lo que en las materias practicas facilita que este en movimiento constante. En general



los alumnos permanecen sentados, pudiendo circular o quedarse de pie, dependiendo de la actividad estos equipamientos en algunas asignaturas, la sala no contiene el número de mesas para la cantidad de alumnos, lo que no es un problema en las materias teóricas, pero si en las materias graficas.



La ubicación de las pizarra varía según el tipo de aulas. Las aulas con pizarras continuas a la puerta, el flujo de ingreso interfiriendo con el desenvolvimiento continuo de la clase, denotando la iluminación artificial es a través de fluorescentes elevados



La observación más importante se la realizo al ingresar de un ambiente a otro,

percibiendo el cambio de temperatura de una sintiendo mayor calor al interior mientras se realizaban las notaciones anteriores, mostrado que las aulas no se mostraban confortables para realizar dichas actividades.

### **7.1.3. Análisis de la actividad.**

En esta tercera etapa de la AET se procede a analizar el desempeño del usuario en sus actividades cotidianas observando los factores que intervienen en un adecuado rendimiento u obstruyendo el desarrollo del mismo, considerando las actividades por ellos desarrolladas y la relación existente con la tarea.

Se realizo, el Análisis de la actividad, de manera tal que se llevo a comprobar la hipótesis de investigación planteada (5. Establecer Hipótesis) no solo observando cuales son los factores que intervienen en el desarrollo de las actividades, como nos indica la metodología adoptada, sino se realizara una supuesta determinación y se establecerá bajo una evaluación experimental si estos factores, que ya fueron encontrados en etapas anteriores, influyen en el rendimiento de las actividades realizadas por el usuario del espacio.

Durante el desarrollo de la investigación, se realizo el estudio de las condiciones de los parámetros y factores de Confort, básicos para la ergonomía ambiental, es así que se realizara el análisis de actividades, en una primera etapa se asumirá como factores que intervienen en la actividad los encontrados en Ee-1 condiciones térmicas, luminas y sonoras (factores y parámetros de confort) verificando si intervienen en el óptimo rendimiento del usuario con una Evaluación Experimental y en una segunda etapa se establecerá bajo observación y análisis si las condiciones de habitabilidad influyen en dicho rendimiento.



#### **1. Evaluación Experimental (E-ex)**

Se expusieron a cinco grupos de usuarios en situaciones diferentes de trabajo que realizar sus actividades del PEA. Estableciendo en la evaluación las siguientes variables:



- ⊕ Aula = "A"
- ⊕ Tema = "T"
- ⊕ Condiciones de Confort = "CC"

A cada grupo de evaluación se le expuso a condiciones de trabajo donde la variable condicional era "CC" pudiendo ser buenas o malas realizando el cruce con las variables "T" y "A". Se considero que era importante en cada caso trabajar con el mismo grupo de personas como variable constante para que este no sea un factor que interfiera en los resultados.

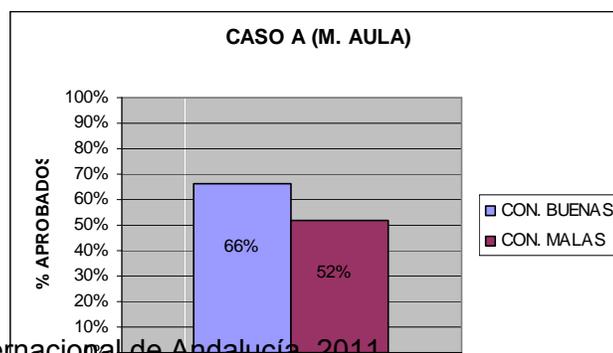
**GRUPO "E"**

CC- Buenas		CC - Malas	
A	T	A	T
m	m	m	m
m	d	m	d
d	m	d	m

Bajo esta estructura se realizó la evaluación en cada caso, se intervino en la actividad cotidiana de una determinada asignatura, con la ayuda de la auxiliatura de la docencia, sin ser los usuarios concientes de la E-ex esto para no interferir con los resultados, al culminar con la disertación de un tema correspondiente al cronograma de la signatura, se procedió a tomar un repaso y/o ejercicio del tema dado, a los alumnos de la materia, que dada la actividad que se realiza en el equipamiento de enseñanza superior es el usuario que nos interesa su rendimiento.

Al tener una observación cuantitativa porcentual del rendimiento del alumnado, se la puede relacionar con las condiciones ambientales favorables o desfavorables del aula, a las cuales fueron expuestas.

### MUESTREO GRUPO "C"

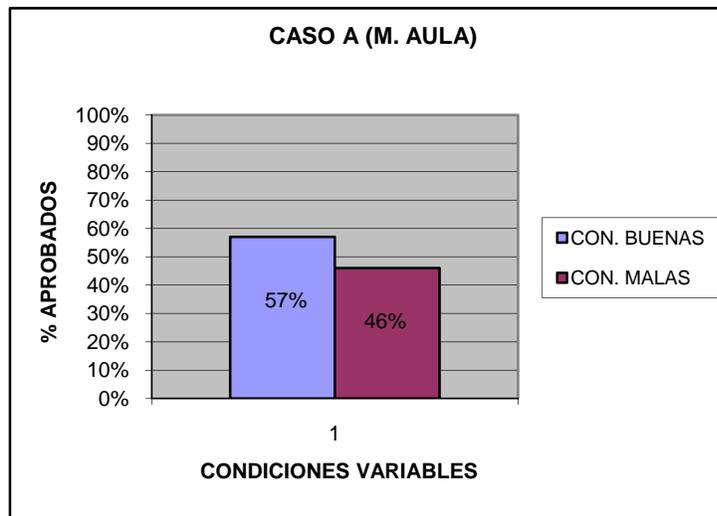




### Caso Tema

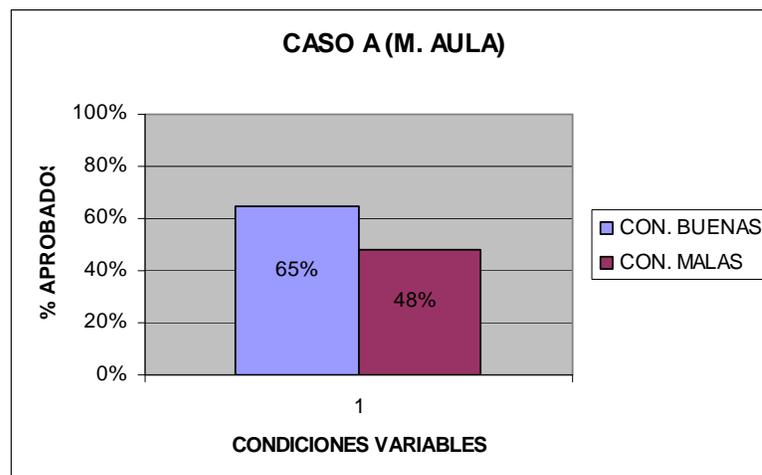
#### 1º Muestreo Aula "7"

Aumentó 14%



Aumentó 11%

#### 1º Muestreo Con un Tema "m"





**Aumentó 17%**

## 7.2. Síntesis del análisis

Primero se logro la evaluación de los parámetros ambientales del aula trabando con el micro clima exterior del área emplazada. Posteriormente se realizo la valoración de los usuarios del espacio mediante métodos de preguntas inductivas y recorridos ambientales obteniéndolos en base a los factores ambientales.

Se pudo determinar las características de los factores y de los parámetros del aula, estableciendo que existe una validación entre ambos, llegando los usuarios a percibir las inadecuadas características de los parámetros ambientales del espacio, pudiendo determinar entre ambos métodos como el problema principal del espacio el térmico, teniendo tardes cálidas durante todas las estaciones del año y mañanas frías principalmente en invierno y otoño en horario de actividades.

Y posteriormente se pudo relacionar estas características del espacio con el rendimiento de las actividades que los usuarios realicen dentro del espacio, con la ayuda de otros espacios, aulas, que pasaron por la misma evaluación. Encontrando espacios que sus malas condiciones ambientales los conviertes en espacios inadecuados para la actividad que en ellos se realizan, la de enseñanza y aprendizaje, siendo necesario intervenir en la envolvente arquitectónica buscando soluciones bioclimáticas para mejorar las condiciones al interior de los ambientes.

Este proceso se realizo en todas las aulas de las muestras de estudio, llegando a validarse la Metodología propuesta teniendo diversas respuestas dependiendo de su buenas o malas condiciones, por ejemplo en el aula 725 A aun brindar características altas terminas por el factor conducción en horario de la tarde, el usuario no lo percibía como problema principal, debido al color frio del aula y al poco ingreso de iluminación



al espacio, que lo percepción como problema principal. Por estos interesantes resultados la Metodología que se ve como validada.

## 8. INFORME FINAL

Se logro conformar, aplicar y validad la Metodología de Evaluación Ergonómica ambiental para espacios públicos propuesta, al ver resultados articulados en la evaluación de las aulas de la Facultad de arquitectura, de la UMSS. Quedando conformada la Metodología de la siguiente forma.

### 1 .ANÁLISIS DE LA DEMANDA

#### Ee -1. Medición y evaluación de parametros ambientales

- ✓ Diagnóstico de las Características Climáticas - Ciudad Cochabamba.  
Trazado de datos en CBA (climograma de bienestar adaptado)
- ✓ Diagnóstico de las Características Climáticas - Aulas Fac Arquitectura.  
Térmica  
Luz  
Sonoro - Ruido

#### Ee -2. Identificación de problemas ergonómico a través del metodol de constelación de atributos.

- ✓ Obtención de Datos.
- ✓ Proceso de Datos
- ✓ Análisis de los datos.
- ✓ Consideraciones.

#### Ee-3. Registro, exploración y reflexión de imágenes

- ✓ Habitabilidad
- ✓ Rendimiento
- ✓ Consideraciones

### 2. ANÁLISIS DE LA TAREA.

Ee-4. La anatomia del espacio y las notaciones elementales de secuencias-espacio aplicado recorridos dirigidos.

- ✓ Obtención de Datos.
- ✓ Análisis de los datos.



✓ Consideraciones

3. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD.

4. SÍNTESIS DEL ANALISIS

**BIBLIOGRAFIA.**

BARDOU PATRICK – Sol y Arquitectura,1984.

BARRAU PEDRO, Fundamentos de la Ergonomía, <http://www.casadellibro.com/fichas>.

CAMACHO SAAVEDRA J, Condiciones de habitabilidad en la vivienda,2007.

CAMACHO SAAVEDRA JORGE, Innovaciones Tecno Constructivas, UMSS. ASDI-SAREC 2007.

DIAZ BARRIGA FRIDA, Estrategias Docentes Para un Aprendizaje Significativo <http://www.pedagogíafutura.com.es>.

GONZALES S. Ergonomía 1 fundamentos, barcelona 1998

HECTOR FERREIRO LEON, Arquitectura Solar

HERNÁNDEZ DE DOLARA ANA, Educación Abierta,2003) [http:// www.munoedu.com](http://www.munoedu.com).

HERNÁNDEZ GERARDO, Estrategias Docentes Para un Aprendizaje Significativo,2003) <http://www.pedagogíafutura.com.es>.

HERNANDEZ R., FERNANDEZ C, BAPTISTA P, METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN, tercera edición 2002,.

IDALIA IRENE ISLA VILACHÁ, Estudios sobre Educación Superior, Cuba,2002;214).

INS. ECOLOGIA UMSA Y HMC -Climatología Urbana de la Ciudad

ITIRO iiDA , Ergonomía proyecto y producción

LLANQUE CHANA JOSE, arquitectura bioclimatica,2001.

LUCIANO PATETA – Historia crítica de la Arquitectura

NEBEL TOWRIGHT B, Ciencias Ambientales,

NEILA JAVIER, Arquitectura Bioclimática, 2003

OLGYAY VÍCTOR, arquitectura y clima, 2002

RODRÍGUEZ VIQUEIRA, introducción a la arquitectura Bioclimática, 2001.

SERRA RAFAEL, Arquitectura y Climas,1999.

SERRA RAFAEL, Energía y climas, 2000

