

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



El Síndrome del Edificio Enfermo en los talleres de la FABUAP. Percepción de las afectaciones a la salud y Calidad del Ambiente Interior.

TESIS

Para obtener el título de:
Maestra en Ordenamiento del
Territorio

P R E S E N T A

Ma. Luisa Zavala Arredondo
Matrícula: 222470307 CVU: 831241

Fecha: 27 de noviembre del 2024

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Julia Judith Mundo Hernández
ID: 100467500 CVU: 37167

CODIRECTORA DE TESIS

Dra. Gloria Carola Santiago Azpiazu
ID: 100128911 CVU: 73344

ASESORES DE TESIS

Dr. Moisés Barrera Sánchez
ID: 100501511 CVU: 203134

Dra. Maureen Eileen Trebilcock Kelly



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, por la guía y fortaleza en todo momento.

Esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo del posgrado de la Maestría en Ordenamiento del Territorio (MOT) perteneciente a la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP) y el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT).

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento y reconocimiento a mis directoras de tesis: la Dra. Julia Judith Mundo Hernández y la Dra. Gloria Carola Santiago Azpiazu por su dedicación, paciencia, tiempo, guía y corrección ya que sin ello no hubiese culminado satisfactoriamente esta meta anhelada, siempre recordaré sus valiosas enseñanzas. Gracias al Dr. Moisés Barrera Sánchez, Dra. Maureen Eileen Trebilcock Kelly y Mtro. Carlos Rodolfo Huerta Santiago por sus aportes en esta tesis.

A la Dra. Norma Leticia Ramírez Rosete valoro el acompañamiento y motivación en este proceso.

A mis padres quienes siempre me han brindado su amor incondicional en todas las etapas de mi vida, a mi esposo por su sostén absoluto, a mis hermanos y suegros por contar siempre con su apoyo.

A mis amigas: Ruth, Kari, Addí Rhode, Norma y Emi gracias por su apoyo y compañía.

*Escucha el consejo y acepta la corrección, y llegarás a ser sabio.
El hombre puede hacer muchos planes, pero la decisión final es de Dios.*

Proverbios 19: 20-21.

Contenido

<i>Introducción</i>	1
Planteamiento del problema	2
Hipótesis causal.....	3
Hipótesis de solución	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
Justificación	5
Impactos.....	5
Metodología.....	6
<i>Capítulo I</i>	7
<i>El Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) un padecimiento presente en los espacios educativos</i>	7
Introducción capitular	8
1.1. Surgimiento del concepto Síndrome del Edificio Enfermo	8
1.2. Evolución del SEE	10
1.3. Afectaciones que producen las edificaciones a los usuarios.....	23
1.4. Riesgos asociados	24
Conclusión capitular	26
<i>Capítulo II</i>	27
<i>Normas que regulan el Síndrome del Edificio Enfermo</i>	27
Introducción capitular	27
2.1. Normas internacionales	28
2.2. Normas para analizar, evaluar y determinar el SEE	32
2.3. Normas nacionales para la calidad del ambiente interior	38
Conclusión capitular	42
<i>Protocolo de actuación de 4 fases en espacios educativos para el diagnóstico del SEE en los Talleres de Diseño de la FABUAP</i>	43
<i>Capítulo III</i>	43
Introducción capitular	44
3.1. Fase 1 Investigación de las características y el tipo de edificio.....	46
3.1.1. Año de construcción	47
3.1.2. Ubicación de los edificios (talleres de la FABUAP).....	47
3.1.3. Características de los edificios.....	48
3.1.4. Tamaño del aula	49

3.1.5. Efectos del clima en el ambiente interior	50
3.1.6. Material de pisos y recubrimientos	50
3.1.7. Material de techos y recubrimiento	51
3.1.8. Sistemas de ventilación	52
3.1.9. Condición de iluminación	52
3.1.11. Fugas de agua	53
3.2. Fase 2 Aplicación del cuestionario NTP-290 y NTP-380 para detectar SEE	53
3.3. Fase 3 Mediciones de parámetros ambientales	54
3.3.1. Iluminación	55
3.3.2. Ruido	56
3.3.3. Concentración de CO ₂	56
3.3.4. Temperatura	56
3.3.5. Humedad relativa	57
3.3.6. Ventilación	58
3.4. Modificaciones al protocolo de actuación de 4 fases, alcance y limitantes	59
3.5. Instrumento aplicado, parámetros evaluados, el universo de estudio y la muestra	59
3.6. Factores de riesgo que presentan los edificios con el SEE	61
3.7. Ubicación y distribución de los equipos de medición de la calidad ambiental	61
3.8. Resultados de la calidad del ambiente interior (temperatura, humedad, CO ₂ , ruido e iluminación)	62
3.9. Determinación del SEE en relación con las afectaciones en ojos, nariz y garganta	67
3.10. Datos generales de la población estudiada	68
Conclusión capitular	69
Capítulo IV	70
<i>Análisis inferencial de las afectaciones en ojos, nariz, garganta y trastornos generales con la percepción térmica de Fanger, ventilación, ruido e iluminación.</i> ..	70
Introducción capitular	71
4.1. Prueba de hipótesis	72
4.2. Asociación entre variables	73
4.2.1. Pasos realizados para el análisis estadístico de asociación entre variables	73
4.3. Prueba de chi cuadrada	75
4.4. Fuerza de unión o grado de asociación entre variables	75
4.5. Análisis de resultados de la percepción térmica de Fanger y afectación en ojos- Invierno y Primavera	76
4.5.1. Resultados de chi-cuadrada sensación térmica de Fanger y afectaciones en ojos (escozor, picor, lagrimeo, ningún padecimiento)- invierno	79
4.5.2. Resultados de chi-cuadrada sensación térmica de Fanger y afectaciones en ojos (escozor, picor, lagrimeo, ningún padecimiento)- primavera	80
4.5.3. Conclusión	81
4.6. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo invierno	81

4.6.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo primavera.....	82
4.7. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo invierno.....	83
4.7.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo primavera.....	84
4.7.2. Conclusión.....	84
4.8. Análisis de resultados de la percepción del ruido y trastornos generales en invierno y primavera.....	85
4.8.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo invierno.....	86
4.8.2. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo primavera.....	86
4.8.3. Conclusión.....	87
4.9. Análisis de resultados de la percepción de la ventilación y afectaciones en ojos ...	87
4.9.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo invierno.....	89
4.9.2. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo primavera.....	90
4.9.3. Conclusión.....	90
4.10. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo invierno.....	91
4.10.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo primavera.....	92
Tabla 19.....	92
Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo primavera.....	92
4.10.2. Conclusión.....	92
4.11. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo invierno.....	93
4.11.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo primavera.....	94
4.11.2. Conclusión.....	94
4.12. Análisis de resultados de la iluminación y afectaciones en los ojos-invierno y primavera.....	95
4.12.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo invierno.....	96
4.12.2. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo primavera.....	96
Conclusión capitular.....	97
Capítulo V.....	98
Plan de acción correctivo aplicando la metodología 5W+1H.....	98
Introducción capitular.....	99
5.1. Método 5W+1H y 5 porqués.....	100
5.2. Mantenimiento menor.....	101

5.3. Mantenimiento mayor.....	102
5.3.1. <i>Mantenimiento programado</i>	102
5.3.2. <i>Mantenimiento no programado</i>	102
5.6. Problemas detectados durante la investigación.....	104
5.7. Plan de acción diagrama Ishikawa y 5W+1H	108
5.7.1. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Desprendimiento de pintura</i>	109
5.7.2. <i>5W+1H. Desprendimiento de pintura al interior de los talleres</i>	110
5.7.3. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Consumo de alimentos</i>	111
5.7.4. <i>5W+1H. Consumo de alimentos</i>	112
5.7.5. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Presencia de humedad en paredes</i>	113
5.7.6. <i>5W+1H. Presencia de humedad en paredes</i>	114
5.7.7. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Problemas de iluminación</i>	115
5.7.8. <i>5W+1H. Problemas de iluminación</i>	116
5.7.9. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Exceso de ruido</i>	117
5.7.10. <i>5W+1H. Exceso de ruido</i>	118
5.7.11. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Falta de ventilación y altas concentraciones de CO₂</i>	119
5.7.13. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Problemas ergonómicos</i>	121
5.7.15. <i>Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Control de químicos</i>	123
Conclusión capitular	125
<i>Reflexiones finales</i>	126
Limitaciones y recomendaciones	130
<i>Bibliografía</i>	133
<i>Indice de figuras</i>	141
<i>Indice de tablas</i>	142
<i>Anexos</i>	143

Introducción

Las aulas o talleres de los centros educativos son espacios en donde estudiantes y profesores pasan gran parte de su tiempo; por ello es importante analizar la Calidad del Ambiente Interior a través del estudio y detección del Síndrome del Edificio Enfermo; padecimiento que se desconoce y que la mayoría de las veces pasa desapercibido. Estudios indican que la Calidad del Ambiente Interior influye en el rendimiento académico de los estudiantes (Núñez, 2020).

El presente proyecto de investigación titulado “El Síndrome del Edificio Enfermo en los talleres de la FABUAP¹. Percepción de las afectaciones a la salud y Calidad del Ambiente Interior” se ha enfocado en estudiar el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) debido a que estos edificios presentan problemas con la Calidad del Ambiente Interior, lo que conlleva a problemas en el entorno ambiental físico, en las relaciones sociales y el entorno psicosocial. Este último impacta en la enseñanza y aprendizaje (Igor Mujan, 2019). Es de suma importancia estudiar si los talleres de diseño presentan el SEE aplicando un protocolo de actuación que será la metodología utilizada para poder tomar acciones correctivas a estos problemas.

En 1983 la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió como el Síndrome del Edificio Enfermo a los edificios que generan malestar a la salud al ser habitados y cuando las quejas de los ocupantes supera el 20% y los malestares no desaparecen al abandonarlo. Es complicado identificar el origen de las causas ya que los síntomas no van acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico, diagnosticándose a menudo por exclusión. Se diferencian dos tipos distintos de edificio enfermo: el que presentan los edificios temporalmente enfermos, en el que se incluyen edificios nuevos o de reciente remodelación en los que los síntomas disminuyen y desaparecen con el tiempo, aproximadamente medio año, y el que presentan los edificios permanentemente enfermos cuando los síntomas persisten,

¹ Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP).

a menudo durante años, a pesar de haberse tomado medidas para solucionar los problemas (Berenguer, 1990).

A partir del 2018, la Organización mundial de la Salud dio a conocer cuales son los lineamientos y recomendaciones que deben cumplir los edificios para asegurar la salud de los habitantes incluyendo parámetros de temperatura, confort térmico, condiciones de riesgo en infraestructura y contaminación del aire interior procedente de materiales de construcción, así como actividades que realizan los habitantes, esta última es de mayor preocupación (Wang L. H., 2022).

Planteamiento del problema

En 1953 se realizan las primeras iniciativas para fundar la primera Escuela de Arquitectura en Puebla. Para 1954 el Consejo Universitario de la entonces Universidad Autónoma de Puebla, aprueba la creación de la carrera quedando bajo la dirección de Ingeniería Civil en el tercer patio del edificio Carolino de la propia Universidad. En 1968 se concluye la edificación de Ciudad Universitaria, en 1969 finalmente, se entregaron las instalaciones y una de las primeras escuelas que ocupó las instalaciones de Ciudad Universitaria fue Arquitectura. El 13 de mayo de 1992 con la creación de la Maestría en Ordenamiento del Territorio, la escuela de Arquitectura se transforma en facultad, como actualmente la conocemos (Vallejo,2003).

Los edificios (ARQ7, ARQ8, ARQ9 y ARQ10) que albergan los talleres de diseño fueron construidos en 1968 y cada uno tiene cuatro aulas, con capacidad para 54 personas. Cuando están en uso existen elementos físico-espaciales de riesgo para la salud como: ventilación natural insuficiente, ruido exterior excesivo, iluminación inadecuada, son muy calientes a ciertas horas del día o muy fríos en ciertas épocas del año, presencia de olores desagradables y falta de señaléticas que indiquen los lineamientos a cumplir por parte de los usuarios. Estas condiciones del ambiente interior pueden provocar daños a la salud de las personas que hacen uso cotidiano de estos espacios como: Irritación de ojos, nariz y garganta, sequedad de piel y

mucosas, eritema cutáneo, fatiga mental, somnolencia, cefaleas o dolores de cabeza, vértigos, mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas, dificultad respiratoria, jadeo, sibilancias, cuadros asma, disfonía, tos, alteraciones² del gusto y del olfato, náuseas, daños en los oídos, falta de concentración y alergias además, influyen en la sensación del confort de los usuarios. Esta situación problemática nos conduce a plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se relaciona las afectaciones a la salud y la percepción del confort que experimentan los usuarios de los talleres de diseño de la FABUAP que padecen el SEE con la Calidad del Ambiente Interior (condiciones térmicas, lumínicas, acústicas y ventilación natural) de estos espacios?

Hipótesis causal

Las afectaciones a la salud que experimentan los usuarios de los talleres de diseño de la FABUAP se deben a la mala calidad del ambiente interior (condiciones térmicas, lumínicas, acústicas y de ventilación natural) de los espacios que padecen el SEE y repercuten en la percepción del confort.

Hipótesis de solución

El Plan de Acción Correctivo de los talleres de diseño de la FABUAP que padecen el SEE se fundamenta a partir de la determinación del grado de asociación entre las afectaciones que experimentan los ocupantes con la percepción de la Calidad del Ambiente Interior (condiciones térmicas, lumínicas, acústicas y de ventilación natural).

² Las alteraciones o afectaciones a la salud de los usuarios se encuentran en las tablas incluidas en el anexo A de acuerdo con la encuesta aplicada en los periodos invierno y primavera del 2023, la cual está basada en el método del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España con relación al SEE (Universidad Politécnica de Catalunya, 2018).

Objetivo general

Analizar la Calidad del Ambiente Interior mediante el estudio del Síndrome del Edificio Enfermo en los talleres de diseño de la FABUAP para mitigar los problemas de contaminación física, química y biológica, y mejorar el confort de los ocupantes.

Objetivos específicos

1.- Establecer los fundamentos conceptuales del surgimiento, evolución y normativa aplicable para el estudio del Síndrome del Edificio Enfermo con énfasis en los espacios educativos.

2.- Determinar la presencia del SEE en los Talleres de Diseño de la FABUAP, a partir de la adecuación del protocolo de actuación: (Fase I) caracterización , (Fase II) aplicación del cuestionario y (Fase III) registro de mediciones de la calidad del ambiente interior.

3.- Evaluar la relación entre las variables afectaciones a la salud y percepción de la Calidad del Ambiente Interior (CAI) a partir del método estadístico chi-cuadrada para la identificación del grado de asociación entre ambas.

4.- Realizar las acciones preventivas y correctivas resultantes del protocolo de actuación y la asociación entre las variables (afectaciones a la salud y percepción de la CAI) para la elaboración de las estrategias mediante un plan de acción correctivo que contribuya a la mitigación de los problemas de contaminación física, química y biológica que dan origen al SEE.

Justificación

El Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) es real y puede ocasionar problemas de salud que incluyen desde un dolor de cabeza hasta problemas más severos como asma, afectaciones respiratorias potencialmente peligrosas producidas por contaminantes químicos o biológicos altamente cancerígenos. Estas condiciones que se dan a nivel micro territorial (Facultad de Arquitectura de la BUAP) pueden tener impacto a otras escalas territoriales (Campus Universitario). Por ello es importante analizar si los talleres de diseño del campus universitario presentan este síndrome. De acuerdo con la programación semestral de los tres colegios de la facultad de arquitectura, el 50 % del total de los cursos se imparten en las aulas de los talleres de diseño (306 cursos) con aproximadamente mil alumnos. La importancia de que estos espacios educativos sean sanos además del resguardo de la salud ayuda o facilita el aprendizaje y la concentración. La aplicación del protocolo de actuación y la determinación del grado de asociación entre las variables afectaciones a la salud y percepción de la Calidad del Ambiente Interior (CAI), además de detectar el SEE, proporciona las bases para generar un plan de acción a corto, mediano y largo plazo con la finalidad de mitigar y corregir los problemas.

Impactos

El SEE tiene diversos impactos en los usuarios generando alteraciones a la salud como: dolor de cabeza, afectaciones en ojos, nariz, piel y garganta por contaminación del ambiente interior, alta concentración de CO₂, contaminantes de tipo biológico, físicos, por exceso de ruido, intensidad lumínica inadecuada, problemas ergonómicos, la calidad higrotérmica del aire (temperatura de bulbo seco y humedad relativa), el calor generado por el cuerpo humano, el tipo de ropa y la falta de ventilación natural. Todo este conjunto de problemas puede generar también un impacto en el proceso enseñanza - aprendizaje de los alumnos.

Metodología

La presente investigación se realizó bajo un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). El proceso establece las siguientes fases:

La primera fase contempla la revisión documental sobre el SEE, su evolución, las afectaciones más recurrentes, así como un análisis de su marco normativo que incluye las normas de carácter internacional y nacional referentes a especificaciones y parámetros que permiten evaluar la calidad del ambiente interior.

En la segunda fase se realizó el estudio de campo mediante recorridos y levantamientos fotográficos del sitio, así como el diseño y aplicación de los instrumentos a partir de la adaptación de los cuestionarios para detectar el SEE establecidos en las Notas Técnica de Prevención 290 y 380 en dos periodos (invierno y primavera). El instrumento adaptado se aplicó al total de la población que hace uso de los espacios bajo estudio (1081 estudiantes correspondiente a 737 en el periodo de invierno y 344 en primavera).

En la tercera fase, se realizó el análisis de los resultados, para procesar la información recabada se utilizó el software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, mediante estadística descriptiva e inferencial que permitió la discusión de los hallazgos.

La cuarta fase consistió en el desarrollo de la propuesta, es decir, la construcción del plan de acción para mitigar los problemas detectados usando la herramienta para la solución de problemas llamada 5W+1H y el diagrama causa-efecto (Ishikawa).

Capítulo I

El Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) un padecimiento presente en los espacios educativos



Introducción capitular

En este capítulo se abordan los fundamentos teóricos que guían este proyecto, partiendo de una recopilación documental de investigaciones relacionadas al surgimiento del concepto del SEE y cómo a lo largo de la historia ha cambiado su enfoque. Se muestran diferentes perspectivas centradas en el rendimiento laboral y el cuidado de la salud, áreas que abordan la seguridad e higiene así como el estudio de la calidad del ambiente interior. Por otra parte, los tipos de edificios estudiados, en su mayoría son centros de trabajo, viviendas, hospitales y espacios educativos, los estudios de estos dos últimos se han incrementado a partir de la pandemia debido a que los usuarios pasan muchas horas, en ellos, a lo largo del día. En México hay pocos estudios que determinen el SEE en espacios educativos.

1.1. Surgimiento del concepto Síndrome del Edificio Enfermo

Para comprender el concepto del SEE es fundamental conocer su evolución, en este estudio se usa la definición que la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró y que es utilizada en todas las investigaciones, aunque algunos autores mencionan que un síndrome, definido desde una perspectiva clínica, enfoca en un solo individuo y no hacia un grupo de personas.

El término SEE surgió por un comité conformado en la OMS en 1983 y hasta la fecha se sigue usando en todo el ámbito científico, sin embargo, algunos estudios refieren que está mal empleado y lo que ha generado mucha confusión debido a que los investigadores suelen ser de diferentes disciplinas. La definición del SEE implica un concepto grupal que se diagnostica en usuarios que presentan síntomas o signos, sin embargo, en medicina el síndrome es la aparición de enfermedades basadas en un individuo (Jaakola, 1998).

Por otra parte, la ACIMED (1995) hace referencia a la definición de la palabra síndrome, originaria del griego, significa “simultaniedad”, es un cuadro clínico que

produce una enfermedad generalmente asociada a más de tres síntomas. Este concepto solo hace referencia a un individuo en particular y no a una comunidad de personas.

Finnegan (1984), publica el primer artículo sobre SEE poco después que la OMS diera a conocer el concepto oficial de este padecimiento en donde el enfoque está en el ámbito médico y ciencias ambientales. En los años 90 las investigaciones incluyeron a la ingeniería de construcción, lo que demuestra que la causa principal del síndrome radica en el propio edificio. Por otra parte, el hecho de obtener el diagnóstico del SEE resulta muy complicado, el término SEE es confuso ya que son los usuarios quienes tienen los padecimientos o síntomas y la causa está en la edificación y los servicios como aire acondicionado, iluminación, equipos electrónicos, etcétera. (Burge P. S., 2015). Investigaciones médicas refieren que los síntomas del SEE son más frecuentes en personas que tienen un alto nivel de estrés y las que tienen problemas psicológicos o que no se sienten aceptadas por el entorno social en el que viven por lo que existe una relación entre esa falta de control, el entorno laboral y los síntomas (Burge P. S., 2015).

Las causas que originan el síndrome desde una perspectiva epidemiológica son dolor de cabeza, irritación de mucosas y fatiga (Sknov, 1990); a partir de ahí se ha sugerido que la temperatura en el interior del edificio, alta concentración de CO₂, factores psicosociales y las actividades relacionadas con el edificio son factores clave para generar el SEE (Norback D. E., 1991). En el 2018 una publicación con el título “¿Estamos haciendo lo correcto?”, enfatiza que la salud y el bienestar son importantes y deben ser considerados en el diseño arquitectónico. Las investigaciones actuales del SEE no solo deben incluir los factores de riesgo, sino cómo dar solución desde el propio diseño de los edificios involucrando la salud de los habitantes (Ghaffarianhoseini, 2018). Otro estudio de gran interés en el cual el autor hace énfasis en la concentración de CO₂, menciona que cuando hay exceso de este parámetro aumenta el SEE, pero si se incrementa la ventilación natural, la prevalencia de los síntomas podría reducir desde un 70% hasta un 85%. Podemos

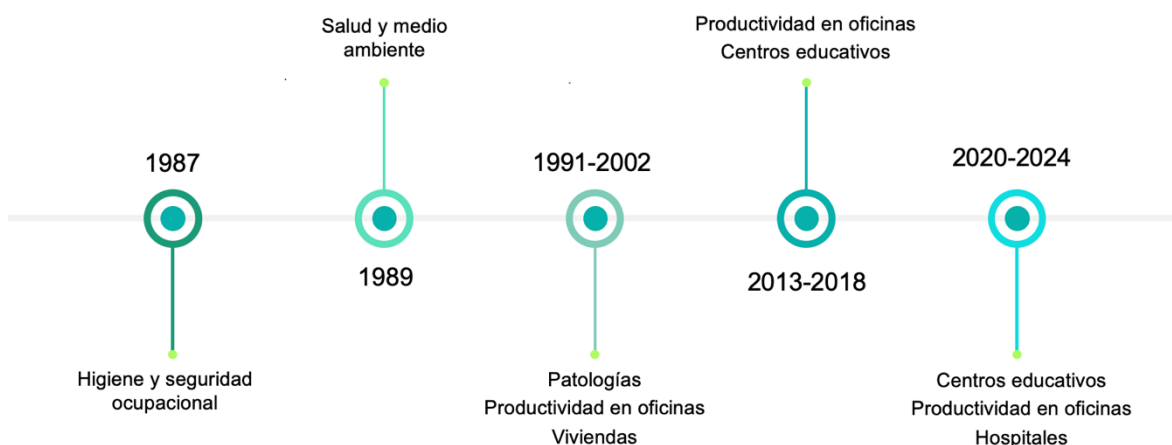
entonces establecer que la circulación del aire influye significativamente en la salud y bienestar de los habitantes, esto es muy revelador y abre un panorama sobre las mejoras o acciones que deben realizarse de forma inmediata ya que son acciones que no requieren una inversión, la mayoría de estas acciones está en el comportamiento del usuario como el hecho de abrir puertas y ventanas para que haya un intercambio de aire y así disminuya la concentración de CO₂ (Wang L. H., 2022).

1.2. Evolución del SEE

Los reportes de los estudios realizados muestran que los síntomas que persisten coinciden con los identificados en la normatividad usada para llevar a cabo este estudio. La aparición del SEE se debe a la calidad del ambiente interior como parte fundamental, partiendo de esto, podemos ver que la ventilación natural es un factor importante para la disminución considerable de los síntomas al interior del edificio. La figura 1, contiene los diferentes enfoques de estudio del SEE, empezando por la higiene y salud ocupacional, la preocupación por la salud y el medio ambiente. A partir de los años noventa se incrementa a la preocupación por la productividad en los trabajadores y el análisis de las patologías que se generan en espacios cerrados hasta llegar a estudiar las viviendas que es donde pasamos la mayor parte de nuestro tiempo. Desde el 2013, los estudios se enfocan en espacios educativos y a partir del 2020 se muestra un incremento en el estudio de estos edificios al igual que los estudios en hospitales. A continuación, se muestran (tabla 1) las investigaciones realizadas a partir de 1987 casi enseguida de que la OMS, en 1983, definiera el concepto del Síndrome del Edificio Enfermo, el periodo abarca del año 1987 al 2024 (ver figura 1).

Figura 1

Diferentes enfoques de estudio del SEE



Nota: Línea de tiempo de las áreas de estudio del SEE.

La siguiente información presenta los estudios realizados donde hace una evaluación del entorno interior que da origen al SEE. La mayor parte está enfocada a oficinas, viviendas e industrias, tomando como actores principales a los usuarios de oficinas y viviendas (tabla 1).

Tabla 1

Estudios relevantes sobre el SEE en oficinas y viviendas 1987-2024

Autor	Año	País	Conceptos	Fuente	Tipo de edificios
S Burge, A Hedge, S Wilson, J H Bass, A Robertson (<i>Burge A. H., 1987</i>).	1987	Inglaterra	Síndrome del edificio enfermo: estudio de 4.373 trabajadores de oficina	Análisis de Higiene Ocupacional	Oficinas de trabajadores
Peter Skov, Ole Valbjorn, Bo V Pedersen y Danish Indoor Climate Study Group (<i>Peter Skov, 1988</i>).	1989	Suecia	Características, factores relacionados con el trabajo y factores psicosociales en el SEE	Salud y Medio Ambiente en el Trabajo en Escandinava	Oficinas de trabajadores
Norback D (<i>Norback D., 1991</i>).	1991	Dinamarca	Factores ambientales, ocupacionales y personales relacionados con la prevalencia del síndrome del edificio enfermo en la población general.	Revista Británica de Medicina Industrial	Viviendas

Autor	Año	País	Conceptos	Fuente	Tipo de edificios
warlock p, 2002 ambientes interiores industriales (Warlock, 2002).	2002	Europa	Reunión de Concenso Europeo Multidisciplinar de Científicos (EUROVEN) Ambientes interiores industriales	Revista Indoor	Industrias, Oficinas de trabajo
Wolkoff (Wolkoff, 2013).	2013	Dinamarca	Contaminantes del aire interior en entornos de oficina: Evaluación del comfort, la salud y el rendimiento	Revista Internacional de Higiene y Salud Medioambiental	Oficinas de trabajadores
Lim FL (FL, 2015).	2015	Malasia	SEE entre trabajadores de oficina en la Universidad de Malasia y contaminaciones en interiores	Ciencia y Medio Ambiente	Oficinas de trabajadores en Universidad
Lu C (C, 2016).	2016	China	Factores al interior de las viviendas en realación al SEE en adultos en China	Medio Ambiente	Viviendas
Ghaffarianhoseini A, (Alalouch, 2018).	2018	Nueva Zelanda	Síndrome del Edificio Enermo ¿Estamos haciendo lo correcto?	Arquitectura y ciencia	Oficinas de trabajadores
VP, Ochoa, AL Jimi (VP, 2021).	2021	México	Impacto de la luz y la ventilación natural en el ambiente laboral sobre el SEE y la productividad	UNESUM- Ciencias	Oficinas de trabajadores
Dusan Lisina (Lisina, 2021).	2021	Suiza	Satisfacción de los ocupantes con calidad del aire interior, SEE y productividad antes y después de certificación WELL.	ELSEVIER, Building environmental	Oficinas de trabajadores
Jing, Yuexia, Xilei, Junjie, Xiong, Hongwei, Haiguo, Kailiang, Yao, Dayi, Weiping, Xinping, Dan, Qingyan (Jing, 2021).	2021	China	Associations of indoor carbon dioxide concentrations, air temperature, and humidity with perceived air quality and sick building syndrome symptoms in Chinese homes	Wiley	Viviendas de China
Vithawat, Wachiranun, Ratana, Kampanat, Jinjuta, Pheerasak, Supang (Vithawat, 2022).	2022	Tailandia	Respiratory Symptoms and Skin Sick Building Syndrome among Office Workers at University Hospital, Chiang Mai, Thailand: Associations with Indoor Air Quality, AIRMED Project	International Journal of Environmental Research and Public Health	Oficinas de trabajadores
Mengmeng Wang, Caixia Hou, Xiatong Guo y Hanliang FU (Mengmeng, 2022).	2022	China	Building and Health: Mapping the Knowledge Development of Sick Building Syndrome	MPDI- Edificios	Recopilación de información de países, Instituciones y revistas especializadas más influyentes

Autor	Año	País	Conceptos	Fuente	Tipo de edificios sobre el tema SEE
Yang, Mahecha, Moreno y Licina (Yang, 2022).	2022	Suiza	Integration of Indoor Air Quality Prediction into Healthy Building Design	MDPI-Sustainability	Propuesta del diseño de edificios en general
Loganathan Salvaraji (Salvaraji, 2022).	2022	Suiza	Estudio del SEE en trabajadores sanitarios del centro de atención primaria.	International journal of environmental health research	Hospital
Mohammad Arar and Chuloh Jung (Jung, 2022).	2022	Dubái	Análisis de la percepción de la calidad del aire interior (IAQ) a partir de una encuesta a residentes de nuevas viviendas en Dubái	MDPI-Sustainability	Viviendas
Weng, Zhang, Chen, Yin, Zhu, and Sun (Weng Z. C., 2022).	2022	China	Mediciones de campo y análisis del ambiente interior, la satisfacción de los ocupantes y el síndrome del edificio enfermo en edificios universitarios de regiones de verano caluroso e invierno frío en China.	MDPI-International Journal of Environmental Research and Public Health. MDPI	Centros educativos
Ponttip Stephen Nimlyat, Yaktor (Ponttip Stephen, 2023).	2023	Nigeria	Revisión bibliográfica sobre la calidad del aire interior y el SEE en el entorno de diseño de oficinas	Universal wiser publisher	Oficinas

Fuente: (Burge A. H., 1987), (Peter Skov, 1988), (Norback D. , 1991), (Warlock, 2002), (Wolkoff, 2013), (FL, 2015), (C, 2016), (Alalouch, 2018), (VP, 2021), (Lisina, 2021), (Jing, 2021), (Vithawat, 2022), (Mengmeng, 2022), (Yang, 2022), (Salvaraji, 2022), Jung (Jung, 2022), (Weng Z. C., 2022), (Ponttip Stephen, 2023).

Tabla 2

Estudios relevantes sobre el SEE en centros educativos 2020-2024

Autor	Año	País	Conceptos	Fuente	Tipo de edificios
Dan Norback Klas, Nordström Zhuohui Zhao (Dan Norback K. N., 2012).	2012	China	Ventilación controlada por demanda de (CO2) en aulas universitarias de informática y posibles efectos sobre el dolor de cabeza, la fatiga y la percepción del ambiente interior.	Int Arch Occup Environ Health	Centros educativos

Autor	Año		Conceptos	Fuente	Tipo de edificios
C Kielb ,S Lin Muscatiello W Hord (C Kielb, 2014).	2014	New York	Síntomas de salud relacionados con los edificios y calidad del aire interior de las aulas: una encuesta realizada a profesores de escuelas.	Indoor Air	Centros educativos
Maureen Eileen Trebilcock Keely (Trebilcock, 2015).	2015	Chile	Generar zonas de confort térmico en establecimientos educativos con datos climáticos locales y percepción de usuarios en 3 zonas climáticas distintas usando una herramienta llamada visual therm.	Programa Fondecyt. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).	Centros educativos
Dan Norback Jamal Hisham (Dan Norback J. H., 2016).	2016	Malasia	Rinitis, Ocular, Garganta y Dérmica Dolor de cabeza y cansancio entre los Students in Schools from Johor Bahru, Malasia: Asociados a micotoxinas y polvo en aulas.	Crossmark	Centros educativos
Xin Zhang, Fan Li, Li Zhang, Zhuohui, Zhao, Dan, Norback (Xin Zhang, 2016).	2016	China	Estudio longitudinal del síndrome del edificio enfermo (SBS) entre alumnos en relación con SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y PM ₁₀ en escuelas de China	Crossmark	Centros educativos
R A Vesitara K* and U Surahman (Vesitara, 2019).	2019	Indonesia	Síndrome del edificio enfermo: Evaluación de la calidad del aire de los edificios escolares	Journal of Physics: Conference Series	Centros educativos
Rahel Mesfin (R, 2020).	2020	Japón	Comportamiento del estudio de vida y entorno doméstico y escolar asociado el SEE en niños de primaria con estudio transversal	Center for environmental and health sciences. Hokkaido university	Centros educativos
Chunying Zuo (Zuo, 2020).	2020	China	Efectos fisiológicos por aumento de humedad, calidad de aire que originan el SEE en clima cálido-seco.	School of energy science and engineering central south university. Wiley	Centros educativos
María L, Antonio J, Diego Ruíz, María Martínez (Ruíz, 2021).	2021	España	Análisis del Impacto de las Estrategias de Ventilación Natural en los Índices de Ventilación y la Acústica Ambiental Interior Utilizando Datos de Medición de Sensores en Edificios Educativos	MPDI-Sensors	Centros educativos

Autor	Año		Conceptos	Fuente	Tipo de edificios
Xi Fu, Zheyuan Ou Mei Zhang meng, Yanling Li. (Xi Fu, 2021).	2021	China	Microbioma del aula, vías funcionales y síndrome del edificio enfermo (SBS) en escuelas urbanas y rurales: posibles funciones de los aminoácidos microbianos y los metabolitos vitamínicos de los espacios interiores	ELSEVIER	Centros educativos
Nishant, Ashok, Chandan, Anuj, Alam, Balam y Ghosh (Nishant, 2021).	2021	India	Una revisión sistemática sobre la calidad ambiental interior en aulas escolares con ventilación natural: Un camino a seguir.	Hindawi	Centros educativos
Hugo A. Cama Condori (Condori H. , 2021).	2021	Perú	Sensación de confort térmico en ambientes educativos en la zona altoandina de Puno	Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.	Centros educativos
Vithawat Surawattana sakul, Wachiranun Sirikul (Surawattana , 2022).	2022	Tailandia	Síntomas respiratorios y síndrome cutáneo de edificio enfermo entre los trabajadores de oficina del Hospital Universitario de Chiang Mai (Tailandia): Asociaciones con la calidad del aire interior,	International Journal of Environmental Research and Public Health	Hospital
Weng, Zhang, Chen, Yin, Zhu, and Sun (Zhang, 2022).	2022	China	Mediciones de campo y análisis del ambiente interior, la satisfacción de los ocupantes y el síndrome del edificio enfermo en edificios universitarios de regiones de verano caluroso e invierno frío en China.	MDPI-International Journal of Environmental Research and Public Health. MDPI	Centros educativos
Nurfarina Zubir (Zubir, 2022).	2022	Malasia	Calidad del ambiente interior y factores psicosociales con el SEE entre trabajadores de oficinas de edificios nuevos y antiguos de la universidad	Malaysian journal of medicine and health sciences	Centros educativos
Yuxin, Shen Zhang (Yuxin, 2022).	2022	China	Sensación térmica, síntomas SEE y respuestas fisiológicas	ELSEVIER Journal of thermal biology	Centros educativos
María Camila Coronado, Siobhan Rockastle (Coronado, 2022).	2022	USA y Colombia	Percepciones de calidad del aire interior en aulas universitarias mediante encuestas en línea en alumnos de USA y Colombia	Frontiers in built environment	Centros educativos

Autor	Año		Conceptos	Fuente	Tipo de edificios
Efthymia Tsantaki (Tsantaki, 2022).	2022	Grecia	Evaluación de la calidad del aire interior percibida, prevalencia de síntomas SEE y factores de riesgo en universidad aplicado a 613 personas durante la crisis económica en Grecia.	International journal of environmental health research	Centros educativos
Meng Wang, Lili Li, Caixia Hou, Xiao Tong Guo. Hanliang Fu (Meng, 2022).	2022	China	Construcción y salud: mapeo del desarrollo del conocimiento sobre el síndrome del edificio enfermo	Buildings-MDPI	Centros educativos, oficinas.
Frédéric Dutheil (Dutheil, 2022).	2022	Francia	Evaluación del SEE mediante escalas análogas con un grupo controlado por un año y otro sin controlar.	WILEY	Centros educativos
Jiantao Weng (Weng J. , 2023).	2023	China	Mediciones y análisis del ambiente interior, satisfacción de ocupantes y SEE en edificios universitarios en verano e invierno.	International journal of environmental health research and public health	Centros educativos
Nirul Nadia, Juliana Jalalidin, Ph (Nadia, 2023).	2023	Malasia	Estudios en dormitorios en universidad pública para asociar entre exposición microbiana y el SEE	Malaysian journal of medicine and health sciences	Centros educativos
Julio Cesar Rincon, (Rincón, 2023).	2023	México	Confort térmico en edificios educativos naturalmente ventilados: un estudio en bioclima templado-seco	Revista de Arquitectura (Bogotá)	Centros educativos
Paz Montero Gutierrez, Alberto Cerezo. (Gutierrez, 2023).	2023	España	Monitorización y control de las condiciones básicas de calidad del aire en un espacio docente universitario	Universidad de Cádiz. Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial.	Centros educativos
Okullarda, Omer Faruk (Okullarda, 2023).	2023	Turquía	Evaluación de la relación entre la prevalencia de los síntomas del SEE y la calidad del aire.	Estudam Halkdergisi	Centros educativos
Nishant Raj, Kapoor (Nishant Raj, 2024).	2024	Suiza	Estrategias de eficiencia energética para evitar patologías al interior basadas en la fase de construcción.	Sustainability MDPI	Espacios interiores generales

Fuente: (Dan Norback K. N., 2012), (C Kielb, 2014), (Trebilcock, 2015), Hisham (Dan Norback J. H., 2016), (Xin Zhang, 2016), (Vesitara, 2019), (R, 2020), (Zuo, 2020), (Ruiz, 2021), (Xi Fu, 2021), (Nishant, 2021), (Condori H. , 2021), (Surawattana, 2022), (Zhang, 2022), (Zubir, 2022), (Yuxin, 2022), (Coronado, 2022), (Tsantaki, 2022), (Meng, 2022), (Dutheil, 2022), (Weng J. , 2023), (Nadia, 2023), (Rincón, 2023), (Gutierrez, 2023), (Okullarda, 2023), (Nishant Raj, 2024).

Podemos observar en esta revisión de investigaciones previas, que los estudios del padecimiento del SEE se enfocan en los trabajadores en industrias con el fin de evitar ausentismo o baja definitiva por el mal rendimiento en sus labores o actividades derivadas de la mala calidad de los ambientes interiores. De acuerdo con Burge (2015), existen consecuencias o problemas que afectan la economía de las industrias y que están relacionadas al SEE con bajo o nulo aumento en la productividad derivado del entorno laboral como costos de mano de obra y costos del entorno general. Este autor hace referencia que la incidencia de estudiar este padecimiento tiene como fundamento el rendimiento de los trabajadores para evitar costos adicionales que no deberían estar presentes, además que el SEE tiene que ver con el clima laboral o problemas que tienen un alto estrés.

En este sentido, los estudios consideran que es importante contar con un adecuado clima laboral o social evitando el estrés, aunque este último es muy difícil de controlar si lo vemos desde el punto de vista como trabajadores, una de las características comunes es que las empresas constantemente exigen cada vez más debido a las demandas competitivas, solicitando a los empleados un aumento de desempeño laboral, incremento de sus capacidades, flexibilidad, trabajar en equipo, dominio de nuevas tecnologías, toma de decisiones, además del cumplimiento de su puesto de trabajo (Ramos, 2015). Y si a esto le sumamos, conflictos, aumento de violencia, crisis económica y una pandemia que dejó un aumento de estas constantes, el estrés es difícil de erradicar.

Es importante que al contar con estos estudios, el SEE sea visto no solo desde el enfoque de aumentar el rendimiento laboral para evitar costos adicionales, sino también evitar que los ambientes interiores generen enfermedades a los usuarios debido a su mala calidad, falta de recursos para invertir en el mejoramiento de los espacios, falta de interés por el bienestar de los usuarios y como resultado secundario obtener un mejor rendimiento. Otro estudio realizado por expertos multidisciplinarios en los ámbitos de medicina, epidemiología, toxicología e ingeniería han revisado literatura sobre los efectos que la ventilación tiene en los

espacios interiores, los estudios que se llevaron a cabo fueron en mas de mil edificios de diferentes tipos como oficinas, salones de actos múltiples, escuelas, hogares, cárceles y guarderías. La mayoría de estos estudios eliminan o reducen los contaminantes en el interior mediante una adecuada ventilación, además algo importante que tenían en cuenta estos estudios es que se realizaron en diferentes épocas del año (Wargoeki, 2015). Esta última condición coincide con esta investigación en donde los estudios se realizaron en invierno y primavera que son las estaciones del año que registran las temperaturas más bajas y altas.

Otras investigaciones recientes han considerado estudiar el aspecto del SEE desde el diseño arquitectónico y el cuidado del medio ambiente que son dos áreas de suma importancia que se han excluido además de la calidad del ambiente interior. Este estudio enfatiza que para mejorar el ambiente interior, el bienestar y la salud es necesario empezar desde el diseño y construcción de los edificios, adoptando tecnologías pasivas e innovadoras. Por ello, es necesario realizar más investigaciones con la finalidad de crear ambientes saludables y confortables que relacionen la calidad de los interiores con la evaluación y control del SEE y las propias características de los edificios (Nimyat, 2023). Por otra parte, el término SEE no está normalizado, es decir, no es una directriz a seguir por lo que es un área de oportunidad en la mayoría de los países, por ejemplo, en México no se contempla en la normativa el estudio del SEE, todas las normas que existen están enfocadas a la seguridad laboral o riesgos en el trabajo.

Diversas investigaciones sobre espacios educativos están enfocadas a la calidad del ambiente interior, es decir, confort térmico, acústico, visual y ventilación natural. En ellas se enfatiza que no existen normas aceptadas a nivel mundial que sirvan como base para mantener y proporcionar una adecuada calidad ambiental en aulas con ventilación natural. Es evidente la necesidad de realizar más estudios científicos para obtener especificaciones o rangos aceptables más exactos y precisos sobre condiciones de confort interno y una metodología que normalice el proceso de cada país ajustado a todo tipo de climas. Kappor (Kappor, 2021) concluyó en su estudio

que los sistemas mal ventilados incrementan el riesgo de contagio de enfermedades, tal es el caso de la pandemia por COVID-19.

Considerando lo que el autor menciona en la publicación, no existe una normatividad con base sólida enfocada a centros educativos que tome en cuenta las condiciones ambientales propias de la región, tal es el caso de esta investigación, la metodología usada pertenece a un país europeo en donde las especificaciones son hechas en entornos geográficos diferentes que recurren a la ventilación artificial, así como las características de las personas, como el metabolismo, el cual es diferente según la genética, sexo y edad; las costumbres o hábitos. Por ejemplo, los usuarios acostumbran consumir alimentos dentro de las aulas, esto también depende de la falta de tiempo y espacio, factores culturales e incumplimiento de reglas (espacios donde se prohíbe comer). Es de suma importancia atender estos problemas y que cada país esté alineado a sus propios parámetros para ser más certeros al momento de ejecutar acciones.

Un estudio realizado en la zona altoandina de Perú (Condori H. A., 2021) sobre la modificación de aulas convencionales usando tecnologías bioclimáticas para, posteriormente, realizar evaluaciones del confort térmico interno y la sensación de confort térmico en los usuarios, entre aulas convencionales y modificadas para ver cual tiene mejor adaptación de los usuarios. Los resultados muestran una menor adaptación en aulas convencionales que en las aulas que usan tecnologías adaptativas, y estadísticamente se obtiene que el confort térmico está relacionado con la sensación del bienestar de los usuarios.

En 2023, se realizó en México, un estudio en centros educativos en la Universidad Autónoma de Baja California donde también se analizan las condiciones climáticas templado-seco y las acciones que los usuarios realizan de forma inmediata para conseguir la zona neutra de confort. Estas van desde el arropamiento, hidratación o cambiar la actividad metabólica de caminar para conseguir esa adaptación. En el estudio se evaluaron las características de los espacios con aplicación de encuestas

y finalmente el procesamiento de datos mediante herramientas estadísticas para la obtención de los resultados (Martínez, 2023). Es importante mencionar, cómo, además de las estrategias inmediatas que el ser humano realiza para adaptarse a las condiciones climáticas, el cuerpo fisiológicamente también es capaz de conseguir ese equilibrio térmico mediante la sudoración en caso de climas con altas temperaturas y aumento de calor metabólico cuando es sometido a bajas temperaturas.

En Japón un estudio realizado por (Mesfin, 2020) a niños de primaria, concluye que las alergias y el comportamiento en aulas está relacionado con el estilo de vida desde el hogar, omisión del desayuno, problemas de estreñimiento y, específicamente el incremento de humedad en las viviendas, está asociado a la mayoría de los síntomas del SEE, por lo que es importante mejorar las condiciones de humedad y el estilo de vida para erradicar el síndrome. Se ha propuesto un concepto para definir el estado interior de estos edificios denominado Habitabilidad Educativa de la Escuela (HEE) que abarca las instalaciones, equipamiento, confort físico, sustentabilidad, higiene y seguridad, propuesto por el instrumento de la Secretaría de Educación Pública y del propio Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (Vázquez, 2001).

Newaki (2016), menciona que cada edificio debe ser capaz de cumplir satisfactoriamente con su función con base en las actividades que se desempeñen internamente. En el caso de los espacios educativos debe garantizar confort interno y ergonómico para que no interfiera en la función del buen aprendizaje sin alteraciones ni interrupciones.

Los edificios educativos universitarios necesitan de un programa o estrategia que contenga las soluciones a los problemas de manera permanente. El estudio de los casos se convierte en área de oportunidad que se vivieron en el pasado para mejorar el presente evitando errores en la construcción y adaptación, lo que garantiza, a futuro, una buena calidad del confort interno mejorando la funcionalidad

y eficiencia de estos espacios educativos (Mustafa, 2017). La ingeniería de construcción es fundamental en la aparición del SEE. Estudios realizados en universidades consideran que la enseñanza-aprendizaje se ve afectada en gran medida por la presencia del SEE. Uno de ellos se basó en una correlación de Pearson entre los síntomas y la eficiencia del aprendizaje mostrando que más de la mitad de los síntomas de SEE estaban significativamente relacionados con la eficiencia del aprendizaje (Weng Z. C., 2023).

Los edificios educativos adquieren relevancia a partir de la pandemia. La tabla 2 presenta, de manera sintética, una recopilación de estudios enfocados a diferentes tipos de edificios educativos abarcando el periodo 2021-2022. En ellos se enfatiza que la preocupación por los estudiantes parte de la crisis sanitaria recientemente ocurrida (pandemia SARS-CoV-2). No obstante, esa preocupación ayuda a salvaguardar la salud de los usuarios que, además de tener vínculos estrechos con la enseñanza-aprendizaje, garantiza un estado saludable y confortable para cada una de las actividades realizadas en estos espacios. Dichos estudios muestran que también existe una relación entre el SEE y factores estresantes del trabajo ya que este último aparece por laborar en un ambiente interior deficiente (Redman, 2011). Además, en uno de ellos, se analizó la calidad del aire interior y factores psicosociales relacionados con el SEE en diferentes condiciones de edificios educativos existentes en la Universidad Pública en Klang Valley de Malasia.

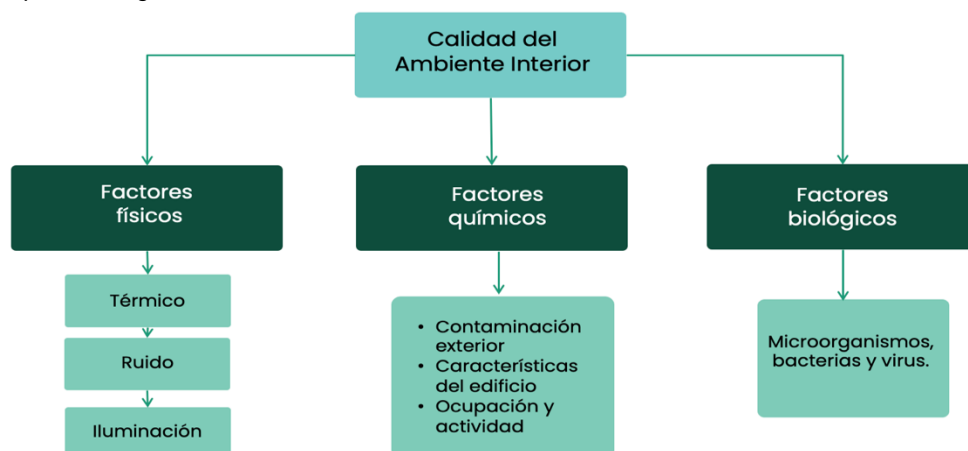
Es interesante observar cómo en esta y otras investigaciones refieren la relación estrecha entre la aparición de los síntomas del SEE y la afectación en la enseñanza-aprendizaje. Pareciera lógico que, si las condiciones interiores en el edificio no son adecuadas, por la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos y otros factores que más adelante se estudiarán, como el ruido e iluminación, ocasionan mala calidad de los ambientes interiores lo que provoca malestar a los estudiantes. Esto trae como resultado dificultad para poner atención y al mismo tiempo alteraciones en el proceso enseñanza-aprendizaje de forma evidente. No obstante, estos estudios no llegan a comprobar -con un estudio sistemático- el tipo de impacto

o alteración, solamente lo hacen de forma subjetiva mediante cuestionarios aplicados a usuarios durante diferentes tiempos y una frecuencia prolongada. Se requieren otras investigaciones centradas en el estudio del impacto del SEE en el rendimiento escolar.

La calidad del aire interior se afecta por los nuevos materiales de construcción, productos y mobiliario que emiten una gran cantidad de sustancias químicas nocivas, al igual que los químicos utilizados para limpieza (Leung, 2018). Por otra parte, derivado de las actividades, falta de ventilación natural y temperaturas elevadas, las personas producen olores corporales que también repercuten en la calidad del aire interior. La intensidad de la iluminación artificial y estrés visual, los equipos de cómputo pueden generar dolores de cabeza e irritación ocular, mientras que el mobiliario puede producir cansancio (Dwidar, 2022). La calidad del ambiente interior está relacionada con los agentes físicos, químicos y biológicos que se vuelven contaminantes y dan origen al SEE. La figura 2, muestra los principales agentes que tienen que ver en la aparición del SEE y que están en el ambiente interior.

Figura 2

Agentes que dan origen al SEE



Nota: Figura tomada de (Renedo, s.f.), Ingeniería Eléctrica y Energética de la Universidad de Cantabria, España.

1.3. Afectaciones que producen las edificaciones a los usuarios

La intensidad de luz artificial y natural y el sudor de las personas, produce toxinas generando olores desagradables que alteran la calidad del aire interior y los equipos de cómputo, la mayoría de los problemas radican en la falta de ventilación natural. Como se muestra en la figura 3, el origen del SEE se origina en el propio edificio, ocasionando daños a la calidad del ambiente interior por la propia infraestructura y las emisiones contaminantes.

Un incremento de la humedad relativa, mayor al 80%, en el ambiente interior, genera afectaciones a la salud por la proliferación de mohos, además de migrañas. Cuando la humedad se encuentra directamente en paredes, techos y pisos, las sustancias tóxicas aumentan, como el formaldehído y compuestos orgánicos volátiles que incluso, algunos de ellos, pueden ser cancerígenos (CERpIE, Síndrome del Edificio Enfermo , 2002). Sin embargo, los niveles bajos de humedad ocasionan sequedad de ojos, nariz y garganta, aumento de la electricidad estática, formación de ozono, estabilización de algunos virus, como la gripe y respuesta alérgica de asmáticos que entran en los grupos vulnerables. El ruido excesivo puede producir distracciones interfiriendo en el proceso de memoria a corto plazo, dolores de cabeza, cambios de personalidad, frustración e irritación por la imposibilidad de concentración. La iluminación inadecuada puede causar dolor de cabeza y tensión ocular, una tensión ocular que persiste puede desencadenar disminución permanente de la visión interior, dichas afectaciones incluyen una falta de bienestar emocional e incluso propioceptivo al impedir desarrollar actividades motrices de manera eficiente, debido a la mala calidad del ambiente interior y factores ergonómicos o diseño del mobiliario. (CERpIE, Síndrome del Edificio Enfermo , 2002).

1.4. Riesgos asociados

Partiendo de un escenario global, los riesgos asociados al SEE son múltiples, ya que las condiciones del ambiente exterior pueden reflejarse en los ambientes interiores, como la composición química del aire que puede estar contaminado. A esto se añaden los contaminantes que se generan por las actividades que se llevan a cabo en los edificios, en algunos talleres de diseño se usan solventes químicos para los trabajos que desarrollan, además de productos de limpieza usados por el mismo personal. Muchos de ellos generan daños al ser inhalados o al contacto con otros químicos emitidos por la estructura edilicia.

La calidad del ambiente interior, se ve afectada por diferentes factores: físicos, como presencia de ruido, vibraciones, electricidad estática, radiaciones electromagnéticas o iluminación deficiente; microbiológicos por presencia de microorganismos, algunos patógenos y termofísicos como valores inadecuados de temperatura, humedad relativa, temperatura radiante media de los cerramientos o generación de exceso de calor metabólico. Cuando existe un equilibrio entre el calor desprendido del cuerpo y el recibido del ambiente puede decirse que se ha llegado a la neutralidad térmica. Estos factores afectan los parámetros termo-higrométricos y la ventilación necesaria que tiene influencia en la calidad del aire y la ergonomía del entorno ocupado, dos aspectos fundamentales para que los usuarios no manifiesten respuestas de disconfort o reacciones de insatisfacción al estar en un ambiente interior (CERpIE, Síndrome del Edificio Enfermo , 2002). Tal y como se menciona en los estudios realizados por las Notas Técnicas de Prevención, existen muchos factores de riesgos asociados al SEE, sobre todo aquellos que no se pueden ver a simple vista, tal es el caso de los contaminantes químicos y biológicos que solo pueden identificarse a través de un análisis especializado.

Figura 3

Diagrama que representa los factores y problemas que dan lugar al SEE



Nota: Elaborada con información obtenida de la norma NTP-290, NTP-289 y resultados preliminares de las inconformidades de los usuarios.

La figura 3, muestra los factores y problemas presentes en espacios interiores cuando se padece el SEE. El primero de ellos, el ambiente, debe cumplir los parámetros adecuados de temperatura, humedad relativa, niveles sonoros, y de CO₂, de no ser así, se generan ambientes no saludables. El segundo, el psicosocial, adquiere especial importancia debido a que una percepción de miedo, desconfianza, incertidumbre y falta de concentración de los espacios interiores, puede generar problemas en el proceso enseñanza-aprendizaje, así como en la relación maestro-alumno. Otro de los factores que más preocupa es la salud de los ocupantes ya que en algunos ambientes pueden experimentarse síntomas que la afectan, como alteraciones en ojos, cabeza, nariz, boca, piel, tensión, problemas digestivos, agotamiento, ansiedad y alergias. La ergonomía es otro factor que está presente y muchas veces se da por hecho que todo el mobiliario cumple adecuadamente, como sucede con los asientos sin respaldo, que generalmente, provocan malestar y afectaciones en la espalda, sobre todo cuando los periodos de estancia son prolongados, como sucede en los Talleres de Diseño de la FABUAP.

Conclusión capitular

Los enfoques de estudio del SEE inician en áreas productivas y oficinas, con el propósito de incrementar el rendimiento de los trabajadores, del 2012-2016 inician los estudios en centros educativos, cabe aclarar que la mayor parte de estas investigaciones analizan la Calidad del Ambiente Interior (CAI) sin embargo, no hablan como tal de un estudio directamente al SEE, en donde a pesar de la diferencia de enfoques, se encuentra una estrecha relación entre los resultados y los objetivos de ambos estudios que es analizar la salud de las personas. Las metodologías utilizadas se enfocan en realizar el estudio en diferentes etapas como: invierno y primavera como factor clave de diferencia de temperaturas durante todo el año, tal es el caso de la presente investigación y aplicación de encuestas para evaluar la percepción de los usuarios, los análisis y resultados se enfocan en realizar correlaciones entre las variables de estudio para ver la dependencia y la prevalencia de los síntomas en ojos, nariz y garganta que son las afectaciones más comunes en los estudios realizados del SEE asociados a la mala CAI. Las enfermedades más recurrentes de los peligros biológicos y químicos son: tos, congestión, presión en el pecho, falta de aliento, fiebre, escalofríos, enfermedades infecciosas, hinchazón, picadura, erupción en la piel, dolor de cabeza, alergias, jadeos e incluso asma (por ácaros de polvo), incomodidad en ojos, nariz y garganta, letargo general, malestar, demasiado calor, incomodidad por olores desagradables. El estado del arte del estudio de la CAI en espacios educativos, tiene un vacío ya que se recurren a normas internacionales que manejan estándares para climas fríos y no están hechas para todos los diferentes climas; con respecto a la afectación de la enseñanza-aprendizaje tampoco mencionan la metodología aplicada, solo concluyen que el SEE y la mala CAI tienen un impacto negativo sobre ella.

Capítulo II

Normas que regulan el Síndrome del Edificio Enfermo



Introducción capitular

A lo largo de la historia, las normas se han ido adaptando y creando con base en las necesidades como parte fundamental de los derechos y obligaciones. Algo que se ha valorado en la actualidad, es la salud, la cual es parte primordial para el bienestar y el desarrollo de todas las actividades, con el propósito de mejorar la calidad de vida, esto parte desde los espacios construidos como son el hogar, los centros de trabajo, los hospitales y cualquier espacio que es utilizado para diferentes actividades como los centros educativos, los cuales son de gran interés para esta investigación. En este sentido, el capítulo presenta un análisis crítico del marco normativo e instrumentos que guían el diagnóstico del SEE, sin embargo, a nivel global no existen instrumentos que refieran como tal este padecimiento, sino normas que rigen los parámetros de la calidad del ambiente interior (CAI) enfocadas a centros de trabajo como: oficinas y áreas productivas; además las normas que diagnostican el SEE no son de obligado cumplimiento y tampoco han sido elaboradas para centros educativos.

2.1. Normas internacionales

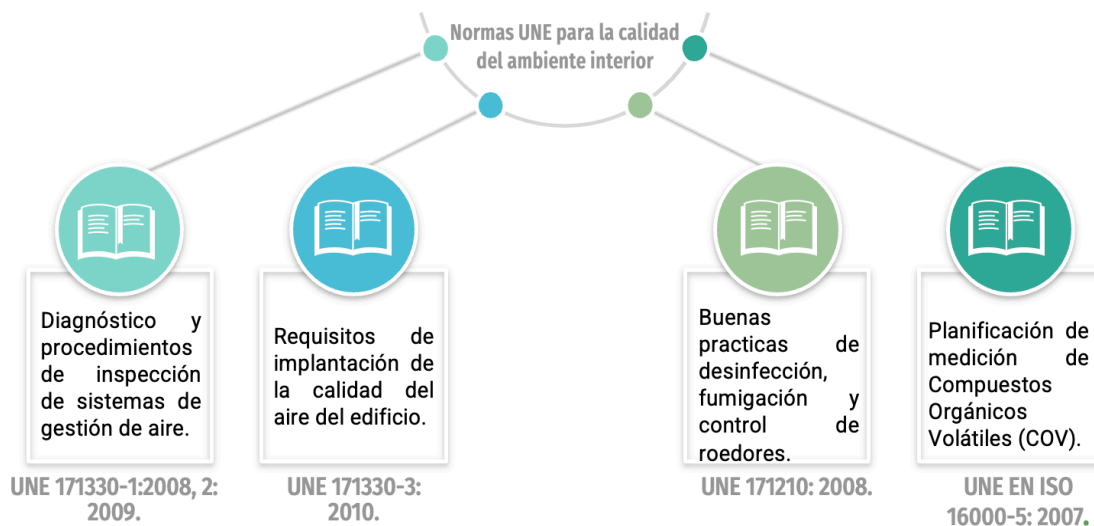
En esta investigación, se parten de las normas internacionales, tal es el caso de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) como su nombre lo indica, contiene las especificaciones y parámetros recomendados para garantizar la calidad del ambiente interior (ASHRAE, 2002). Por su parte, la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IESNA) contiene las especificaciones de intensidad lumínica que deben cumplir los espacios interiores (IESNA, 2009).

La calidad del ambiente interior está regulada a nivel internacional por lo establecido en la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), dicha asociación determina las especificaciones y parámetros recomendados para garantizar la calidad del aire en los espacios arquitectónicos. Por su parte, la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IESNA)

establece las especificaciones de intensidad lumínica que deben cumplir los espacios interiores

Figura 4

Normas internacionales UNE para la calidad del ambiente interior



Nota: elaboración propia con información recolectada de (Ambisalud, s.f.) que incluye las normas UNE para la calidad del ambiente interior de edificios.

Uno de los países que cuenta con normativa para dar cumplimiento a los niveles de calidad, seguridad e higiene, es España que cuenta con documentos normativos UNE (acrónimo de Una Norma Española) creadas por Comités Técnicos de Normalización (CTN) sobre parámetros y especificaciones referentes a mantener una buena calidad del ambiente interior (UNE, 2008) . La figura 4, muestra de forma general las normas UNE que miden la calidad del ambiente interior.

A continuación, se describen, de forma general, las normas aplicables al control de la calidad del aire en los espacios educativos.

UNE 171330-1:2008: Esta norma tiene como objetivo revisar la calidad ambiental en espacios interiores, se refiere a la metodología para el diagnóstico previo; la UNE 171330-2:2009, contiene los procedimientos que se requieren para la inspección; la UNE 171330-3:2010 integra la gestión que especifica los requisitos de implementación de un sistema de gestión de aire dentro de un edificio para las buenas prácticas de desinfección, fumigación y control de roedores que pueden ser una contaminación química y biológica; la UNE 171210:2008 y UNE EN ISO 16000-5:2007 que contienen información para la medición de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) (Ambisalud, s.f.).

UNE 100011:1991: Este reglamento contiene los parámetros relacionados con la concentración de CO₂ en aulas y espacios de trabajos, descrita en los fundamentos para comprobar el estado de la ventilación en aulas y espacios de trabajo por medio de mediciones de CO₂ (Universidad de Valladolid, 2021).

UNE EN ISO 7730: 2005: Esta norma internacional, contiene la metodología para predecir la sensación térmica y el grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos moderados, facilita el análisis y la interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV (Voto Medio Estimado) y PMD (Porcentaje Estimado de Insatisfechos); así como los criterios de bienestar térmico local, indicando las condiciones ambientales que se consideran aceptables y aquellas que generan incomodidad (ISO-7730, 2005). Estos parámetros, son utilizados como medidas de especificación de temperatura y humedad en la presente investigación tanto para el periodo de invierno como primavera.

(IESNA-edición 9). La Sociedad de Ingeniería de Iluminación en América del Norte, muestra la base para los límites de intensidad lumínica en Estados Unidos, respecto a una aula convencional, ésta se determina por las actividades que se desarrollan al interior del espacio, que van desde leer hasta actividades más complejas como analizar imágenes en libros, (ERCO, 2024). Hace referencia que para realizar este

tipo de tareas, la reproducción cromática incrementa, es decir, si se cuenta con lámparas con temperatura de color blanco cálido, la calidad de percepción de los colores se ven afectados, por ejemplo; los colores azul y verde se ven grisáceos y apagados, en cambio, cuando se tienen lámparas fluorescentes con temperatura de color blanco diurna los colores azul y verde se perciben claros y luminosos, la recomendación de iluminación para un aula típica, debe ser de 300 a 500 luxes (IESNA, *The light in the classroom*, s.f.).

Respecto al ruido, la OMS declara que el nivel de presión sonora es la segunda causa de enfermedad a nivel mundial y no únicamente ocasiona molestias acústicas, sino es un peligro para el bienestar sanitario. Un individuo no debe exponerse a más de 70 dB, ya que si se sobrepasa este valor, puede generar una lesión, principalmente si se está expuesto de manera constante. Si un usuario está frecuentemente expuesto a contaminación acústica, como fuegos artificiales, puede incluso perder la audición de forma provisional (SMARNAT, 2017).

Existen más referencias normativas que dan a conocer los límites o parámetros respecto a las mediciones realizadas y que son reconocidas a nivel internacional, sin embargo, fueron elaboradas con base en otro tipo de climas, principalmente para espacios que contienen calefacción y aire acondicionado. Por otra parte, la mayoría son de acceso controlado, por tal motivo no se usan todas en este proyecto, solamente aquellas que tengan que ver con las características evaluadas y como referencia para hacer una comparativa entre diferentes normas. Los límites para las mediciones ambientales mostradas en la figura 5, fueron consultadas y aplicadas para este proyecto.

Figura 5

Parámetros y especificaciones para el confort interior

Parámetros	Especificación	Normativa	Equipos	Modelo
Iluminación	300- 500 lx (salón de clases) 500 lx (área de dibujo, talleres)	IESNA 9 edición NOM-025-STPS	Luxómetro	Light meter with memory/ Extech instrument/EA 33
Ruido	35-50 dB (voz del maestro) 35-45 dB	OMS NOM-011-STPS	Sonómetro	Extech instrument/407768
Concentración de CO ₂	≤ 1000 ppm	UNE-100-011-91	Medidor portátil de CO ₂	Extech instrument/SD 800
TVOC	≤ 250 ppm	UNE-100-011-91	Medidor portátil de TVOC	Extech instrument/SD 800
Temperatura invierno/ verano	20-23 °C, 20-25 °C 18-25 °C MXN	UNE-EN-ISO-7730 INIFED-2022-SEP	Equipo digital con termómetro	Fluke/971
Humedad invierno /verano	40-50 % / 40-60% 50%- MXN	UNE-EN-ISO-7730 INIFED-2022-SEP	Equipo digital con termómetro	Fluke/971

Nota: Elaboración propia a partir de las normas referenciadas descritas en la tabla.

La figura 5, muestra los parámetros, especificaciones, equipos y modelos utilizados durante cada etapa de evaluación. Es importante conocer las especificaciones de los instrumentos normativos para determinar si los resultados están dentro o fuera de ellas.

2.2. Normas para analizar, evaluar y determinar el SEE

México no cuenta con reglamentos para detectar el SEE por tal motivo, se recurren a las Notas Técnicas de Prevención (NTP) creadas en España ya que son las únicas normas que contienen la metodología para analizar, evaluar, determinar el SEE y han sido la base de esta investigación. A continuación, se describen de manera general cada una de ellas:

NTP- 557: Sensibilidad química múltiple: Esta norma habla de las afectaciones o trastornos fisiológicos de la gran variedad de agentes que se encuentran suspendidos en el ambiente interior, los cuales pueden estar contenidos en alimentos o hasta en medicamentos conocido como "sensibilidad química múltiple" o "síndrome de sensibilidad química múltiple". Aunque la mayoría de personas que

han manifestado malestar como consecuencia de un ambiente interior, no desarrolla sensibilidad química (Quinto, 2000), es muy difícil detectar este padecimiento en personas afectadas frecuentemente, sin embargo, en algunas personas, esta afectación es ocasionada por contaminantes a bajas concentraciones al interior de los espacios. Los agentes más comunes que dan origen a este padecimiento son: disolventes orgánicos, pinturas y lacas para acabados, plaguicidas, humos diversos, metales (níquel, plomo), sustancias químicas diversas (formaldehído, freón, etanol, ácido nítrico, ácido clorhídrico, toluendiisocianato), polvo (madera, remolacha, azúcar), alimentos, ciertas enfermedades (sarna, herpes zóster), productos de perfumería y ambientadores (champú, barnices de uñas y quitaesmaltes, colonias, lociones de afeitado, cosméticos varios, desodorantes), estrés y caídas en el trabajo, muebles, papel y edificios nuevos (Quinto, 2000).

NTP-343: Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores: Para esta norma, lo primordial de un edificio en el que se desarrollan actividades de tipo no industrial, es otorgar a los habitantes un ambiente confortable y saludable. Esto depende en gran medida de la ventilación mecánica y su mantenimiento, ya que si no se realiza adecuadamente, genera más daños que beneficios. Las personas perciben el aire mediante el olfato, situado en la cavidad nasal, la cual es sensible a miles de sustancias odoríferas, y el sentido químico, situado en las mucosas de la nariz y de los ojos, es sensible a un número similar de sustancias irritantes presentes en el aire (Hernández, s.f.)

El resultado de ambos sentidos determina la forma en la que será percibido el aire y la manera de emitir un juicio sobre su aprobación. La noción de Fanger fue medir la contaminación del aire interior mediante su similitud con el olor emitido por una fuente de contaminación ya familiarizada: el cuerpo humano, incluyendo las nuevas unidades que le permitirían medir el grado de calidad del aire interior: el olf y el decipol. La unidad olf (del latín olfactus) es la tasa de emisión de los contaminantes (bioefluentes) producidos por una persona estándar. Se escogió la contaminación producida por el ser humano para definir el olf por dos razones: la primera era que

los bioefluentes emitidos por una persona eran bien conocidos, y la segunda fue que se disponía de abundantes datos sobre la insatisfacción causada por estos bioefluentes (Hernández C. A., s.f.).

La eficacia de la ventilación depende de la distribución del aire y de la ubicación de las fuentes de contaminación en la zona (Calleja, 2000). Basándose en esta norma se podría calcular la cantidad de bioefluentes que las personas originan en los espacios interiores. Para esta investigación se midió la cantidad de CO₂ y las percepciones que los usuarios manifiestan como contaminación en el interior respecto a olores desagradables como sudor, comida y humo de tabaco.

NTP-488: Calidad del aire interior: Identificación de hongos. Esta norma contempla la metodología para la identificación de hongos en el ambiente, principalmente cuando se cuenta con ventilación mecánica, aunque también se pueden generar cuando existe humedad derivado de otras fuentes, como humedad en paredes por filtraciones de agua por ejemplo, los hongos a través de sus esporas pueden ocasionar varias enfermedades, dentro de las más comunes están las enfermedades infecciosas por los tipos de hongos aspergilosis e histoplasmosis, problemas de alergias, neumonía, cáncer debido a micotoxinas carcinogénicas, alteraciones en el sistema inmunológico, inflamación, irritación y finalmente el SEE (Solé M. d., 2000). Por lo anterior, es muy importante tener un control de la humedad relativa en los interiores ya que si ésta supera el 60%, puede haber proliferación de hongos y por ende esporas lo que ocasiona las afectaciones antes mencionadas.

Existen otras normas que se usan para la detección del SEE, no obstante, para este estudio no se recurrió a todas, por ejemplo, la NTP-538: legionelosis, esta norma aplica para aquellos espacios que tiene ventilación mecánica o aire acondicionado ya que, por falta de mantenimiento y de limpieza, puede haber crecimiento de la bacteria legionela causante de la enfermedad del legionario o fiebre de Pontiac, afectando principalmente a los pulmones, no se utilizó porque los espacios estudiados en esta tesis no tienen ventilación mecánica o AC.

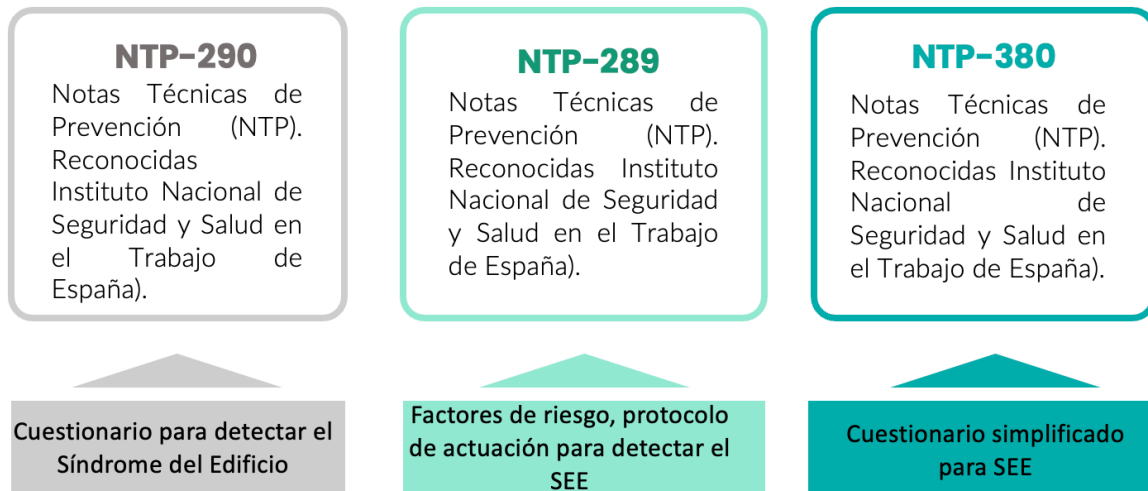
También están las NTP 609: Agentes biológicos: equipos de muestreo 1, NTP 610: Agentes biológicos: equipos de muestreo 2, NTP 409: Contaminantes biológicos: Criterios de valoración, NTP 299: Método para el recuento de bacterias y hongos en el aire y NTP 335: Calidad del aire interior: Evaluación de la presencia de polen y esporas fúngicas. Todas estas normas están enfocadas principalmente a la detección de microorganismos o agentes biológicos en el ambiente, en ellas se muestra cómo se realiza la evaluación y el método de muestreo para su correcta detección. Para este estudio no se realizó el muestreo microbiológico, ya que el tiempo fue muy limitado, por otra parte el enfoque es en el área de arquitectura y se desviarían los objetivos de este trabajo, además hubiese sido necesario conseguir un laboratorio y reactivos que llevarían mucho más tiempo y costo. Sin embargo, es un estudio que podría realizarse en el futuro.

NTP-521: Calidad del aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios. La exposición a Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) emitidos por materiales presentes en el edificio, no siempre se conocen, pero la mayoría de ellos provoca daños a la salud ocasionando efectos adversos desde irritación hasta el desarrollo de cáncer. Esta norma indica que más del 80% de los COV que se encuentran en interiores son irritantes de membranas mucosas y ojos y que aproximadamente el 25% son sospechosos o comprobados cancerígenos humanos (Martí, 2000).

A continuación, se describen de forma breve las normas que se tomaron como base para este trabajo de investigación en los talleres de la FABUAP. La figura 6, muestra las NTP base para este proyecto de investigación: NTP- 290- Cuestionario para detección del SEE, NTP-289: Síndrome del Edificio Enfermo: factores de riesgo y NTP-380: Cuestionario simplificado para determinar las causas o síntomas de los usuarios. Las normas anteriormente mencionadas son utilizadas como parte del estado del arte solamente, debido a la limitación del tiempo y falta de equipos de medición.

Figura 6

Principales normas usadas para esta investigación referentes al SEE



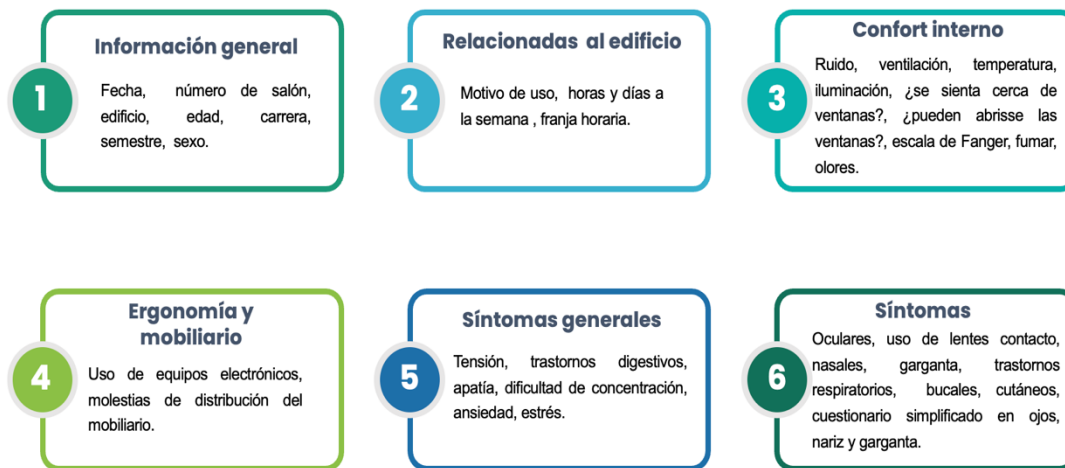
Fuente: Elaboración propia con información obtenida de las normas y resultados preliminares de las inconformidades de los usuarios.

NTP- 290-Cuestionario para detección del SEE

Esta norma contiene el cuestionario que ayuda a detectar si los talleres presentan el SEE, así como la recopilación de información general y sintomatología de los usuarios. Es importante mencionar que este cuestionario está enfocado a trabajadores de oficinas, por lo tanto, se omitieron aquellas preguntas que tienen que ver con clima laboral o relacionadas directamente al área de trabajo, se añadió también en la primera etapa de evaluación correspondiente a invierno, la percepción térmica mediante la escala de Fanger. Por otra parte, para el segundo periodo de evaluación, se agregó el tipo de vestimenta ya que esto también influye en la percepción de la temperatura así como la actividad metabólica que realizan. La figura 7, resume la información recopilada y que constituye la base de esta investigación.

Figura 7

Información contenida en el cuestionario aplicado a los usuarios de los talleres de la FABUAP



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la NTP-290: Cuestionario para detectar el SEE y la NTP- 380: Cuestionario simplificado para detectar el SEE y la NTP- 74: Confort térmico.

NTP- 380 cuestionario simplificado para detectar el SEE

Esta norma incluye los síntomas que persisten en ojos, nariz y garganta, además síntomas generales dolor de cabeza, debilidad y aletargamiento, El de cuestionario simplificado detecta el SEE si al abandonar el edificio los síntomas desaparecen y el porcentaje de las quejas es mayor o igual al 20% de los usuarios, se determina que hay presencia del SEE, esta es la forma de detectar dicho padecimiento de acuerdo a la OMS. Esta norma también tiene la finalidad de otorgar algunas propuestas estadísticas de manera cualitativa para ver si el resultado es significativo en los casos que ya se hayan tomado acciones correctivas, por ejemplo, se aplica el cuestionario a los usuarios de 4 edificios, se detecta el SEE, se realizan las mejoras necesarias mediante un diagrama de árbol de decisiones, propuesto también en esta norma, para corregir las anomalías detectadas al interior de edificio y se vuelve a aplicar este mismo cuestionario. Posterior a ello. Estadísticamente se comparan los resultados del antes y el después para ver si hay diferencias significativas y comprobar la eficacia de las acciones implementadas (Gómez M. D., 2000). En este estudio, se usa esta norma solo para detectar la presencia del SEE

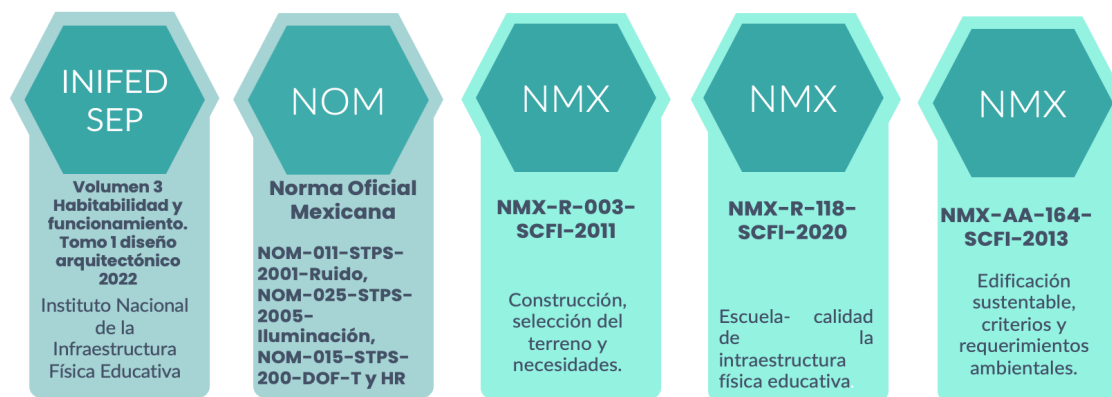
y no para hacer evaluación de acciones de mejora ya que el tiempo para este proyecto no es suficiente, se requiere mínimo un año ya que muchas de las acciones se realizarían a mediano y largo plazo.

2.3. Normas nacionales para la calidad del ambiente interior

En México, el Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED) incorporado a la Secretaría de Educación Pública (SEP), es un organismo descentralizado encargado de fortalecer la infraestructura educativa y emitir normas y especificaciones técnicas para la administración de los recursos destinados a la infraestructura educativa. Este organismo establece especificaciones sobre el confort interno (ver figura 8), así como aspectos generales mínimos requeridos con los que las instituciones educativas deben de contar, las cuales son de obligado cumplimiento, pero no para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) ya que es una institución autónoma. Sin embargo, es el único instrumento en México que considera los aspectos de la calidad del ambiente interior en centros educativos, dichos parámetros se usan como referencia para los límites aceptables o permitidos de las condiciones ambientales (Escuelas-Calidad de la infraestructura física educativa, 2020).

Figura 8

Normas Mexicanas voluntarias y obligatorias



Nota: Elaboración propia con información obtenida de las normas.

Específicamente, la INIFED-SEP: 2022, se refiere a normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones de mobiliario y equipo, así como las consideraciones para la calidad del ambiente interior, la cual contempla el contenido que deben cumplir los proyectos y requerimientos de los centros educativos de los diferentes niveles hasta el superior. La iluminación natural dentro del inmueble dependerá de la cantidad de iluminación exterior y los requerimientos de cada persona, dependen de la edad, es decir, a mayor edad mayor será el requerimiento de intensidad lumínica para la realización de actividades. Partiendo del grupo de usuarios evaluados en esta investigación que van desde los 20 años, este grupo de edad requiere 200 luxes, 30 años 266 luxes, 40 años 400 luxes, 50 años 300 luxes y de 60 años en adelante se requieren 2000 luxes.

La norma NMX-R-118-SCFI-2020, establece los parámetros lumínicos, térmicos y acústicos que deben cumplir los espacios educativos, en lo referente a la intensidad lumínica para escuelas de nivel superior, comprende un rango de 300-500 luxes, para el caso de los talleres de diseño en donde se requiere llevar a cabo actividades más detalladas, esta norma marca como límite 500 luxes. Respecto a la temperatura recomendable, en esta norma no diferencia entre invierno y primavera, solo maneja un rango de manera general para interiores de 18-25°C la cual corresponde a laboratorios, salas de lectura, aulas y biblioteca, no maneja parámetros de ruido, para ello hay que consultar las Normas Oficiales Mexicanas (Escuelas-Calidad de la infraestructura física educativa, 2020).

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Notas Técnicas de Prevención (NTP) fueron elaboradas para trabajadores de la industria y no para centros educativos, dichas normas son de carácter obligatorio (figura 8), se puede aseverar que existe un vacío al no contar con una norma enfocada a espacios educativos, que resguarde la salud de los usuarios, las condiciones de confort interno, y la detección del SEE para asegurar la enseñanza y aprendizaje entre profesor y alumno. Sin embargo, fueron de utilidad para consultar lineamientos de la calidad del ambiente interior las cuales se adaptaron a espacios educativos.

Concretamente, la NOM-011-STPS:2001 contiene las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, es de carácter obligatorio y pertenece a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) es usada en espacios de trabajo donde se genere ruido por el uso de equipos o maquinaria. En una de sus definiciones, considera como ruido inestable cuando existen registros con variaciones en su nivel sonoro A con un intervalo mayor a 5 decibeles (dB). Esta norma maneja límites máximos permisibles por tiempo de exposición:

Tabla 3

Límites máximos de tiempo por exposición al ruido

Límites máximos permisibles	Tiempo de exposición
90 dB (A)	8 horas
93 dB (A)	4 horas
96 dB (A)	2 horas
99 dB (A)	1 hora
102 dB (A)	30 minutos
105 dB (A)	15 minutos

Nota: Información extraída de la NOM-011-STPS:2001

En la tabla 3, se observa el tiempo de exposición con base en los límites de ruido, esta norma recomienda el uso de equipo de protección como conchas auditivas o tapones para aquellos trabajadores que son expuestos a más de 85 dB por tiempos prolongados de ruido, en estos casos, las empresas deben realizar periódicamente estudios para evaluar si la audición ha sido afectada. En el caso de los estudiantes, los límites permitidos no debe ser mayor a 50 decibeles dentro de aulas.

La NOM-025-STPS:2005, se aplica para las condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Esta norma establece las características para que no existan riesgos en la salud de los trabajadores al desempeñar sus funciones. Marca como límite de especificación para talleres en donde hay inspección a detalle,

procesamiento de información, manejo de equipos, que es lo que más se asemeja a las actividades de los alumnos dentro de los talleres manejando 500 luxes que es lo que concuerda también con la IESNA para centros educativos (NOM-025-STPS, 2005).

Las prácticas de edificación sustentable han demostrado beneficios en el desempeño ambiental y energético, logrando una operación eficiente con estándares de excelencia y menores gastos para los usuarios. Estos beneficios han sido valorados en la reciente Ley General de Cambio Climático, la edificación sustentable, criterios y requerimientos ambientales, dentro de esta norma se encuentran los siguientes apartados de interés para esta investigación. En el apartado 4 de definiciones se encuentran: absorción acústica, la norma define a la absorción acústica, como el acontecimiento que afecta la propagación del sonido producido cuando una onda sonora alcanza una superficie, sobre la cual se refleja la mayor parte de su energía, pero un porcentaje de ésta es absorbido por el nuevo medio (NMX-AA-164-SCFI, 2013).

Otro apartado de la norma NMX-AA-164-SCFI referente a la CAI, muestra la densidad máxima de potencia para la iluminación en estancias educativas, contaminación cancerígena, potenciales contaminantes o bioacumulantes. En el punto 5.2.5.3. las especificaciones del ambiente interior, condiciones acústicas, de temperatura y humedad, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades (Norma Mexicana. Edificación sustentable, 2013).

La norma NMX-R-003-SCFI, ayuda a la selección de terrenos aptos para la construcción de escuelas, por medio de la evaluación de las condiciones del medio físico natural y transformado; también define las disposiciones técnicas y legales para dicha selección (Construcción, 2011).

Las Normas Mexicanas de Referencia (NMX) son de carácter voluntario, lo que puede ocasionar daños al no aplicarse en la construcción, uso y mantenimiento de los edificios, lo cual pone en riesgo la salud de los ocupantes y del medio ambiente.

Conclusión capitular

En función de los instrumentos normativos a nivel global, no se tienen normas de carácter obligatorio para detectar el SEE, por tal motivo se recurre a las notas NTP originadas en España de carácter voluntario. Estas normas fueron elaboradas para los trabajadores de la industria, con el fin de impedir algún daño a la salud, pero fundamentalmente para reducir las bajas y aumentar el rendimiento evitando costos adicionales o pérdidas económicas en las empresas. En cuanto a las mediciones ambientales, México cuenta con normatividad, de obligado cumplimiento, sobre seguridad e higiene para trabajadores tales normas se usaron para consultar las especificaciones y la norma INIFED-SEP que cuenta con parámetros para el confort en espacios educativos interiores, entre otros lineamientos generales. Dicha norma tiene actualización reciente del 2022 la cual resulta de gran utilidad para esta investigación. Por último, a nivel institucional, la BUAP no cuenta con algún reglamento interno que considere el resguardo de la salud dentro de las aulas, instructivo que sirva como guía para el mantenimiento, operación y mejora de los espacios interiores por lo que a partir de la revisión de las normas que regulan la detección del SEE se requiere elaborar un protocolo de actuación que permita mejorar las condiciones de las instituciones educativas a corto, mediano y largo plazo e incluir dentro de estas acciones que a nivel institucional se aborde esta compleja situación en todas las áreas, generando sensibilización y conciencia como en su momento se hizo durante la pandemia por COVID-19.

Capítulo III

Protocolo de actuación de 4 fases en espacios educativos para el diagnóstico del SEE en los Talleres de Diseño de la FABUAP



Introducción capitular

Para el diagnóstico del SEE en los talleres de la Facultad de Arquitectura se aplican las NTP-289: Síndrome del Edificio Enfermo: factores de riesgo, las cuales contienen el protocolo de actuación ya que como se menciona en el capítulo II, no existen normas que detecten el SEE, las NTP son el único instrumento que refieren como tal a este padecimiento. En este capítulo se presentan las tres primeras fases de las cuatro que consta el protocolo de actuación en espacios educativos (talleres de diseño de la FABUAP). La última fase se presenta en el capítulo V correspondiente al plan de acción correctivo. Se presentan los resultados que determinan que los talleres padecen el SEE con las afectaciones que prevalecen en ojos, nariz y garganta de las NTP-380: Cuestionario simplificado para la detección del SEE y los resultados de los análisis descriptivos de la población estudiada y parámetros de la percepción o sensación de la calidad del ambiente interior por parte de los usuarios.

La Comisión de las Comunidades Europeas a través de la NTP-289 propone las siguientes recomendaciones divididas en 4 fases, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4

Protocolo de actuación de 4 fases sin modificación

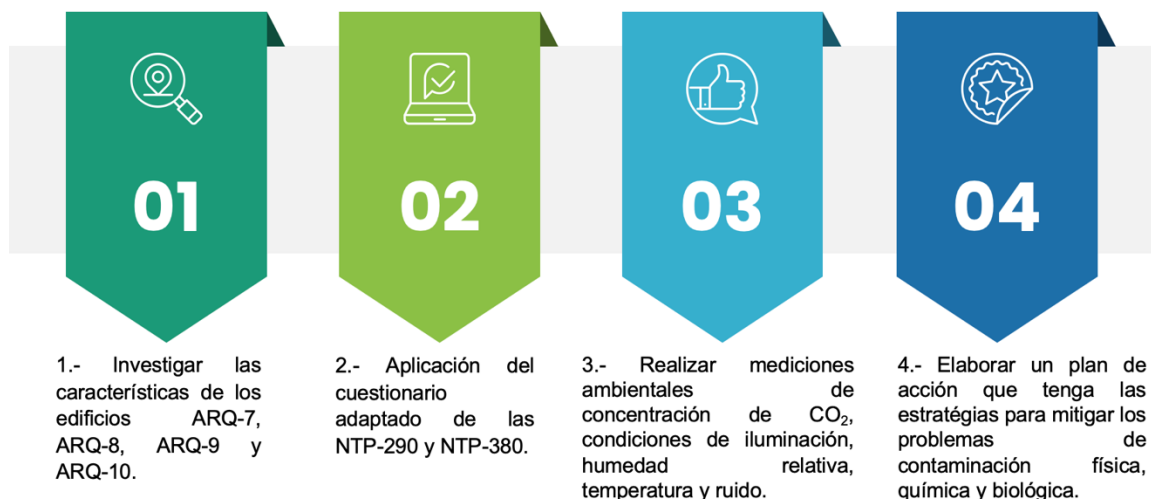
Fase	Tipo de investigación	Responsable	Actuaciones
Primera	Revisión general. Aplicación de los cuestionarios	Médico ocupacional	Contactar a expertos para evaluar y organizar las acciones a tomar
Segunda	Inspección de medidas preliminares de los indicadores de clima. Acciones correctoras puntuales	Técnico de seguridad e higiene	Revisar sistemas de ventilación. Separar fumadores
Tercera	Medidas de ventilación, medidores de clima y otros factores implicados	Técnico de seguridad e higiene	Aumentar la ventilación, instalar o arreglar protectores solares
Cuarta	Investigación médica. Análisis de contaminantes específicos	Médico ocupacional	Renovar mobiliario o materiales de construcción, trasladar personal y cambiar de ritmo las actividades, instalación de extractores localizados.

Fuente: NTP-289: Síndrome del Edificio Enfermo: Factores de riesgo

El esquema anterior, está hecho para trabajadores de la industria en donde los responsables para ejecutar las actuaciones son puestos a cargo de los mismos empleados, como tal no existe una base para partir y aplicarlo a estancias educativas así que se adapta de tal forma que ayude tanto para la determinación del SEE como para las estrategias que mitiguen los problemas físicos, químicos y biológicos mediante un Plan de Acción Correctivo (PAC) en donde los responsables en este caso será cada área o departamento de la FABUAP. El esquema queda de la siguiente manera:

Figura 9

Fases del protocolo de actuación en espacios educativos



Nota: Elaboración propia con información obtenida de: Berenguer, M(sf). NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo.

La figura 9, muestra cada una de las fases que se aplicaron en la FABUAP en cada uno de los talleres de diseño (ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10), para determinar si los edificios y cada taller padece del SEE, posterior a ello aplicar el plan de acción que es integrado al protocolo de actuación para reducir los padecimientos en los edificios y las afectaciones a la salud de los usuarios.

3.1. Fase 1 Investigación de las características y el tipo de edificio

Se realiza un chequeo general del edificio con la finalidad de identificar la problemática y las condiciones de instalación, basándose en los planos y de forma física en sitio, así como el tipo de materiales, construcción e instalaciones (Berenguer, 1990). La mayor parte de las fuentes de la contaminación que se produce en espacios cerrados se encuentran allí mismo. Por ejemplo, cañones, fotocopiadoras, equipos de cómputo, químicos de limpieza que emiten compuestos orgánicos volátiles. Las investigaciones han revelado que algunos compuestos orgánicos volátiles pueden producir afecciones crónicas y agudas cuando se encuentra en altas concentraciones y algunos de ellos pueden ser carcinógenos (Orrego, 2016). En la figura 10, se encuentra la información para la verificación de los edificios.

Figura 10

Características del edificios



Nota: Elaboración propia, fuente: Berenguer, M(sf). NTP 289: Revisión del tipo de edificios.

La revisión del edificio es primordial para este tipo de investigaciones sobre todo porque es un espacio donde las personas pasan largas horas de estudio; durante los recorridos se observa el sistema de ventilación, condiciones de iluminación, equipos que generan ruido; presencia de humedad, así como afectaciones en la estructura de pisos, ventanas, puertas y paredes.

3.1.1. Año de construcción

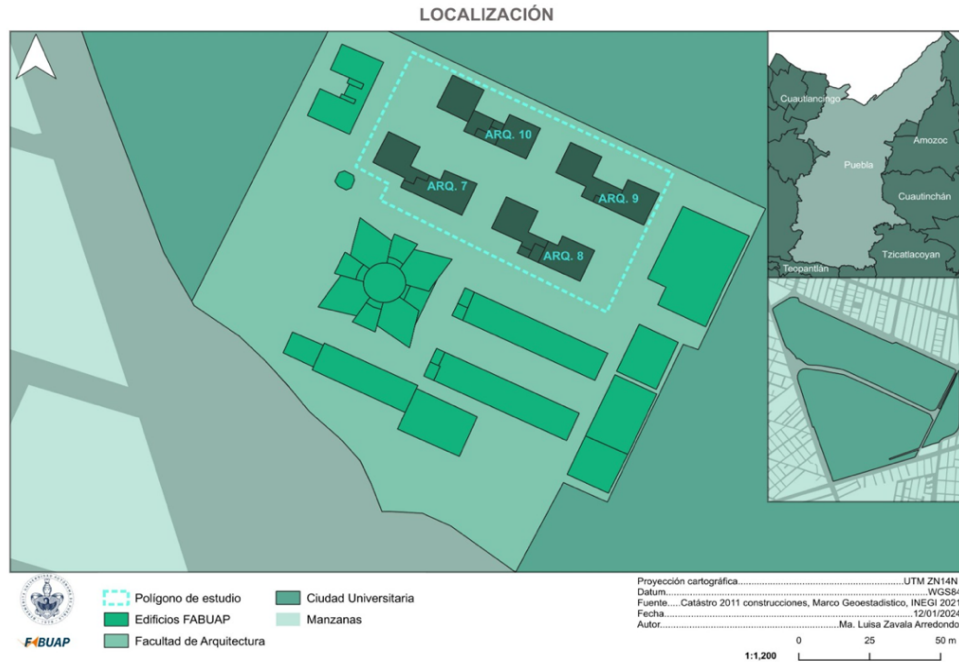
Los edificios de la FABUAP fueron construidos en el año 1968. Cuando se trata de un edificio viejo se puede considerar que tiene un diseño atrasado en donde no se tomaban en cuenta las nuevas directrices o instrumentos normativos. Sin embargo, si hablamos de un edificio nuevo pensaríamos que no existen daños a la salud, sin embargo, el edificio podría tener un estilo arquitectónico moderno muy atractivo, pero ocasionar afectaciones al confort y a la calidad del ambiente interno producto de emisiones tóxicas de materiales de la propia construcción.

3.1.2. Ubicación de los edificios (talleres de la FABUAP)

La Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP) ubicada al Sur de la Ciudad, se encuentra ubicada aproximadamente a 140km de distancia de la Ciudad de México, con dirección Boulevard Capitán Carlos Camacho Espíritu s/n. La facultad se encuentra dentro de Ciudad Universitaria; es una institución pública que inició en la década de los 50's; incluye 12 edificios en total, los edificios que se estudian son los talleres ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 los cuales se muestran en la figura 11, la cual contiene la Ciudad Universitaria, la Facultad de Arquitectura, los 12 edificios y el polígono de estudio de los cuatro edificios.

Figura 11

Ubicación caso de estudio



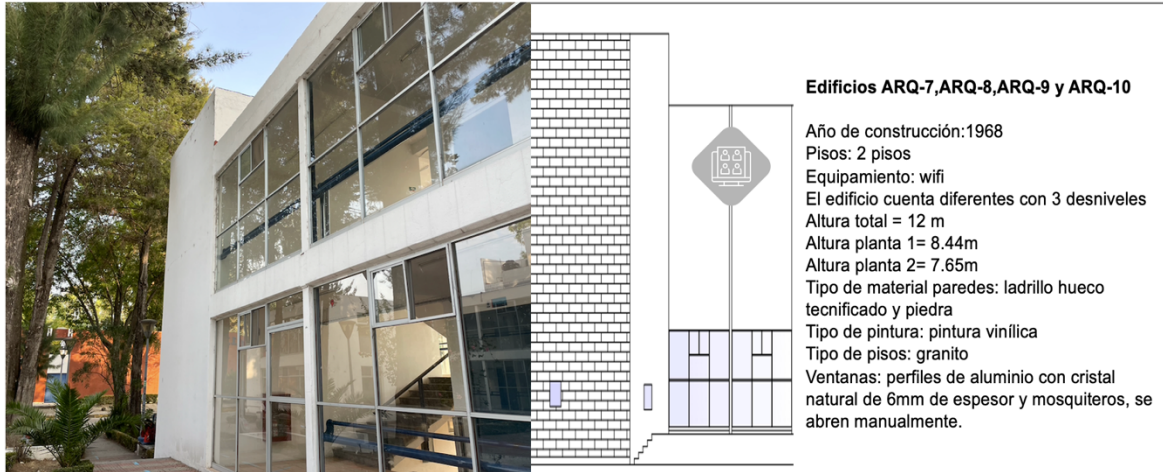
Fuente: QGIS (Sistemas de Información Geográfica) versión 3.18-2021 Zurich

3.1.3. Características de los edificios

Los edificios cuentan con servicio de sanitarios para hombres y mujeres, papelería, cuarto de máquinas, cuarto de servicios, cinco cubículos para catedráticos, laboratorios de fotografía digital, fotografía análogo y de equipo, cinco talleres, cuatro de ellos corresponden a los salones en donde se realizaron las mediciones ambientales (102, 202, 302 y 402), con un área aproximada de 138 m² cada taller, los edificios cuenta con dos pisos y tres desniveles de altura, acceso a servicio wifi el cual resultó de gran utilidad al momento de aplicación del cuestionario en línea al descargar el código QR. El mobiliario está adecuado para las actividades que se desarrollan como mesas de trabajo (restiradores), bancos, cañones, cada taller tiene seis ventanales, a pesar de su gran tamaño solo se abren pequeñas ventanas de la parte superior con acceso a ventilación natural.

Figura 12

Características generales de los talleres de la FABUAP



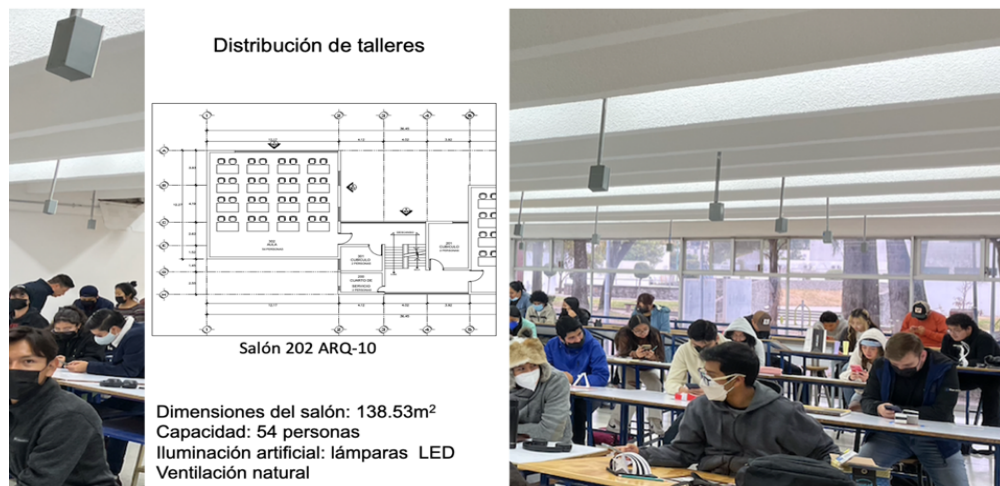
Nota: Dimensiones tomadas de planos pertenecientes a la FABUAP- Dirección de infraestructura educativa-febrero 2023.

3.1.4. Tamaño del aula

El tamaño de las aulas debe ser de tamaño suficiente y depende de las actividades que se desarrollen dentro de ella y está sujeto a los instrumentos normativos que aplique, el tamaño de cada salón o taller es de 138.53m².

Figura 13

Dimensión general de los talleres



Nota: Elaboración propia, dimensiones tomadas de planos pertenecientes a la FABUAP- Dirección de infraestructura educativa-febrero 2023.

Los talleres cuentan con acceso a iluminación natural y artificial, mesas, bancos de trabajo, estos espacios son utilizados por los alumnos de la carrera de arquitectura, diseño gráfico, urbanismo y diseño ambiental, docentes, personal del departamento de limpieza, mantenimiento y visitantes. Tienen amplias ventanas en donde se tiene una conexión visual con la naturaleza, el color en paredes es neutro aportando más iluminación y sensación de limpieza.

3.1.5. Efectos del clima en el ambiente interior

Los efectos del clima dependen de algunas variables que afectan el confort térmico del ambiente interior como la ubicación geográfica, orientación, materiales de construcción y recubrimiento, horas en las cuales se hace uso, estaciones del año, no es el mismo clima en invierno que en primavera, existen otros elementos como la propia vestimenta, las actividades realizadas, los movimientos, el tamaño del propio taller o algunos elementos que tienen que ver con el uso de equipos electrónicos, aglomeraciones de usuarios entre otros. La temperatura recomendada en el interior de un edificio oscila entre 20-23°C en invierno y de 20-25°C en verano, con una humedad relativa comprendida entre 40-60%. Temperaturas superiores a 25°C pueden causar dolor de cabeza y fatiga, mientras que temperaturas por debajo de 18°C son motivo de escalofríos y gripe según el autor (CERPIE, Síndrome del Edificio Enfermo , 2002). Para tener un rango más exacto de la temperatura óptima en la zona de estudio, se calcula la temperatura neutra usando la fórmula de Auliciems y la zona de confort de ± 2.5 °C (Freixanet V. A., 1975).

3.1.6. Material de pisos y recubrimientos

Los materiales como el barniz que recubre la madera natural y textil, recubrimientos plásticos, pinturas y selladores generan emisiones de compuestos químicos altamente tóxicos y algunos pueden ser cancerígenos. Dwidar considera que existen varios factores que afectan la calidad del aire interior y que el edificio está formado por diferentes tipos de materiales que emiten infinidad de químicos al ambiente, al existir una deficiente ventilación natural pueden ocasionar alteraciones en la salud de los habitantes, la mayoría de las veces para dar mantenimiento se

pintan y recubren con barniz, estos químicos volátiles se distribuyen al ambiente interior (Sauza, 2022).

3.1.7. Material de techos y recubrimiento

La mayoría de los materiales que se usan para la edificación de techos y paredes, emiten Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (TVOC). Los elementos fabricados de yeso y paneles a base de resinas, contienen formaldehído, productos básicos como ladrillo y hormigón extraídos en áreas donde hay alta concentración de radiación natural pueden liberar radón, el cual es cancerígeno, esto depende también de la porosidad del material y acabado de la superficie (Hernández A. , 1992).

La figura 14, contiene los materiales y químicos que emiten contaminantes al ambiente y que muchas veces se pasa desapercibido, ya sea por desconocimiento o falta de capacitación de quienes hacen uso de ellos (Martí, 2000), en los talleres de la FABUAP, los bancos tienen madera recubierta con barniz y base metálica con pintura de aceite.

Figura 14

Materiales que generan emisión de contaminantes en el interior de edificios

<p>Los muebles de madera se tratan con algún revestimiento. Destaca la aplicación de pinturas y tratamientos catalizados por ácidos.</p>	<p>Estos productos, tanto los que utilizan fibras naturales como sintéticas, están, a menudo, tratados químicamente.</p>	<p>Las placas de yeso, los paneles de material fibroso a base de resinas contienen formaldehído, materiales naturales con un elevado contenido de radio</p>	<p>Las pinturas, ya sean a base de agua, aceites o disolventes, son fuentes importantes de hidrocarburos,</p>	<p>Aportan COV. Generalmente lo que hacen es interferir con la capacidad de oler aislando las terminaciones nerviosas.</p>
<p>Madera</p>	<p>Cortinas</p>	<p>Paredes y techos</p>	<p>Pinturas</p>	<p>Ambientadores</p>
<p>Se basan en resinas de urea-formaldehído, los tintes, las pinturas a base de poliuretano y de látex y los barnices.</p>	<p>Esto implica la posible emisión de COV a partir de estos materiales.</p>	<p>o torio o de materiales como ladrillo y hormigón, lo que significa la posibilidad de liberación de radón, que es un compuesto cancerígeno,</p>	<p>tanto aromáticos como alifáticos, y de alcoholes.</p>	<p>Recubrir el conducto nasal con una fina capa aceitosa o enmascarar un olor con otro más intenso.</p>

Nota: información obtenida de la NTP-521: Calidad del aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios.

3.1.8. Sistemas de ventilación

La forma principal de mitigar o excluir los contaminantes dañinos en los individuos es a través de la ventilación natural. Un grupo multidisciplinario europeo realizó estudios bibliográficos respecto a los efectos de la ventilación en espacios interiores, concluyendo que existe una alta relación con el confort o calidad percibida y los daños en la salud que originan el SEE, también existe una estrecha relación entre la ventilación y la productividad. El incremento del aire natural al interior de los espacios, reduce los riesgos asociados al SEE, por el contrario, la ventilación mecánica incrementa las afectaciones hacia la salud (P. Wargocki, 2002). El tipo de ventilación con la que cuentan los talleres de la FABUAP es de tipo natural. El CO₂ emitido por los usuarios, sirve como indicador para medir si las condiciones de la ventilación al interior de los edificios son adecuadas, cuando se carece de ventilación natural suficiente, se produce una alta concentración de CO₂ ocasionando síntomas como: dolor de cabeza, mareos, problemas respiratorios y falta de concentración en los alumnos (Kishi, 2018).

3.1.9. Condición de iluminación

Se debe disponer de iluminación natural suficiente en el edificio. En la mayoría de los edificios la iluminación natural no es suficiente y se tiene que complementar con luz artificial, sobre todo aquellos edificios que están ocupados por largas horas y se carece de luz natural suficiente, tanto en la mañana como en la tarde-noche. La mayoría de los problemas, se deben al uso inadecuado de la iluminación lo que ocasiona áreas permanentemente poco iluminadas, parpadeo de luces fluorescentes asociadas al uso de balastos magnéticos y color inadecuado de fuentes de luz, en las personas pueden ocasionar afectaciones en ojos como visión borrosa, deslumbramiento y dolores de cabeza (CERpIE, Síndrome del Edificio Enfermo , 2002).

3.1.10. Equipos que generan ruido

Pareciera que en el caso de los espacios educativos, el confort acústico no genera problemas, sin embargo, los ocupantes pueden percibir dificultad para concentrarse debido al ruido exterior o aumento de volumen en las conversaciones provocando cierto grado de irritabilidad, respecto a las instalaciones como bombas de agua, aire acondicionado o ventilador, o equipo de cómputo pueden generar ruido.

3.1.11. Fugas de agua

Para evitar filtraciones de agua se revisó cada edificio con el área de mantenimiento preventivo de la FABUAP para observar si hay presencia de humedad en paredes, escurrimientos, filtraciones, etc. Cabe señalar que el tipo de ventilación es natural, no se cuenta con aire acondicionado por lo cual la condensación queda descartada. Sin embargo, al revisar la norma NMX- R-118-SCFI-2020 hace referencia en el apartado H) El proyecto de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se debe presentar con salidas y descargas por edificio, tipo de muebles sanitarios, ubicación de la toma de agua, válvulas, calibres y el material de las tuberías deberán ser de cobre, PVC o PVC hidráulico de acuerdo con su servicio (NMX-R-118-SCFI-2020, 2020).

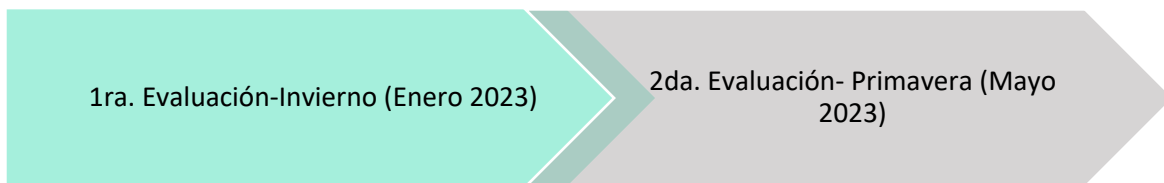
3.2. Fase 2 Aplicación del cuestionario NTP-290 y NTP-380 para detectar SEE

En esta fase se utilizaron las herramientas digitales del Google Apps en el apartado formularios en donde se generaron ambos cuestionarios, el primero correspondiente a la norma NTP-290: cuestionario para su detección y el segundo a la norma NTP-380: cuestionario simplificado para diagnosticar la existencia del SEE, NTP-74: confort térmico con información de la escala térmica de Fanger, tipo de vestimenta, forma en la que toman clases si es parado o sentado (Castejón, 1983). Evaluar la importancia del problema y su distribución en el edificio e identificar las posibles causas (Solé D. , 2009). Ambos cuestionarios se juntaron en

uno solo y mediante la aplicación de QRFY de Google apps se generó el código QR para facilitar la recopilación de los resultados de cada usuario digitalmente, se aplicó en diferentes etapas (invierno, primavera) para posteriormente ver las diferencias que existen en las percepciones y padecimientos. La figura 15, contiene las fechas aplicadas en cada etapa de evaluación ambiental y aplicación de cuestionarios.

Figura 15

Etapas de aplicación de SEE y mediciones ambientales



Fuente: elaboración propia, 2023.

La finalidad de realizar las evaluaciones en diferentes estaciones es hacer correlaciones entre las variables y analizar si existen diferencias entre un parámetro y otro, además de esta forma se observa si influyen de manera positiva o negativa las estaciones del tiempo (invierno-primavera).

3.3. Fase 3 Mediciones de parámetros ambientales

Las mediciones de iluminación, ruido, concentraciones de CO₂, temperatura y humedad relativa, se realizan para verificar que los parámetros de la calidad del ambiente interior se encuentren dentro de los parámetros de especificación establecida por las normas, con la finalidad de ver si los ocupantes presentan disconfort en estos espacios, si los resultados de las mediciones se encuentran con parámetros fuera de lo establecido, ocasionando reacciones o malestares de tipo olfativos, auditivos, térmicos, visuales que alteran la productividad y rendimiento en el aprendizaje.

Figura 16

Mediciones en los talleres



Fuente: elaboración propia con fotografías tomadas en el trabajo de campo, 2023.

3.3.1. Iluminación

Se ha mencionado que la iluminación al interior de los salones en entornos educativos tiene incidencia en el rendimiento, satisfacción y salud ya sea de manera física o mental, ocasionando sensación y percepción de seguridad. Todo depende de las condiciones adecuadas, es decir, la exposición a diferentes niveles lumínicos, la cual genera alteraciones en la temperatura corporal, presión arterial, frecuencia cardiaca, capacidad visual, entre otras (Hernández B. , 2020). Para las mediciones se utilizó un luxómetro y para los parámetros establecidos además de la NOM-025-STPS-2008, se consultó el parámetro de los Estándares de iluminación de la Sociedad de Ingeniería de Iluminación de América del Norte (IESNA) y el manual de los Estándares de Iluminación (IES) novena edición (Beardsley, 2003). Ambas fuentes coinciden con el límite para salones de clases de 500 luxes (lx).

3.3.2. *Ruido*

La exposición al ruido puede ser de forma directa, por ejemplo, muchos estudiantes usan auriculares, no controlando la intensidad de volumen. Para contrastar los resultados que se obtuvieron en las mediciones, se usan las especificaciones que marcan los instrumentos normativos mencionados en el capítulo anterior en la figura 5. Cuando los parámetros se encuentran fuera de especificación, pueden ocasionar perturbaciones en las actividades, molestias, falta de concentración e incluso problemas más severos como pérdida auditiva temporal o permanente. Una investigación de doctorado, menciona que los jóvenes no están conscientes del daño que ocasionan los ruidos que se generan en cada una de sus actividades, tanto en las cotidianas como las de ocio (Casales, 2016).

3.3.3. *Concentración de CO₂*

Las mediciones de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) emitido por las actividades del ser humano, se volvieron relevantes en la época de pandemia por COVID-19, cuando las personas se encontraban en ambientes cerrados con mucha gente. Al momento de hablar, se emiten micropartículas de saliva en el ambiente, la cual es fuente principal de contagio, no solo en su momento para COVID-19, sino para otras enfermedades de vías respiratorias. Las mediciones se realizan con un equipo con un sensor que detecta CO₂ que por medio de semaforización, arroja si el parámetro se encuentra fuera o dentro de especificación en unidades de partes por millón, esto con el fin de analizar si se cuenta con una adecuada ventilación natural dentro de cada taller de la FABUAP.

3.3.4. *Temperatura*

La temperatura es considerada como una magnitud física vinculada con la energía en movimiento de sus partículas mide la energía térmica de un cuerpo, por ejemplo: una alta temperatura se refiere a que existe mayor velocidad de las partículas que lo componen. Se utilizan diferentes escalas como Celsius (°C), Fahrenheit (°C) y

Kelvin (°K) (Meteopedia, 2023). Para las mediciones de este parámetro se usa la escala de Celsius (°C), para analizarlo se utilizó un termómetro digital para medir la temperatura al interior de cada taller, con el fin de comparar entre las estaciones de invierno y primavera asimismo evaluar que los parámetros sean acordes a lo que la normatividad exige.

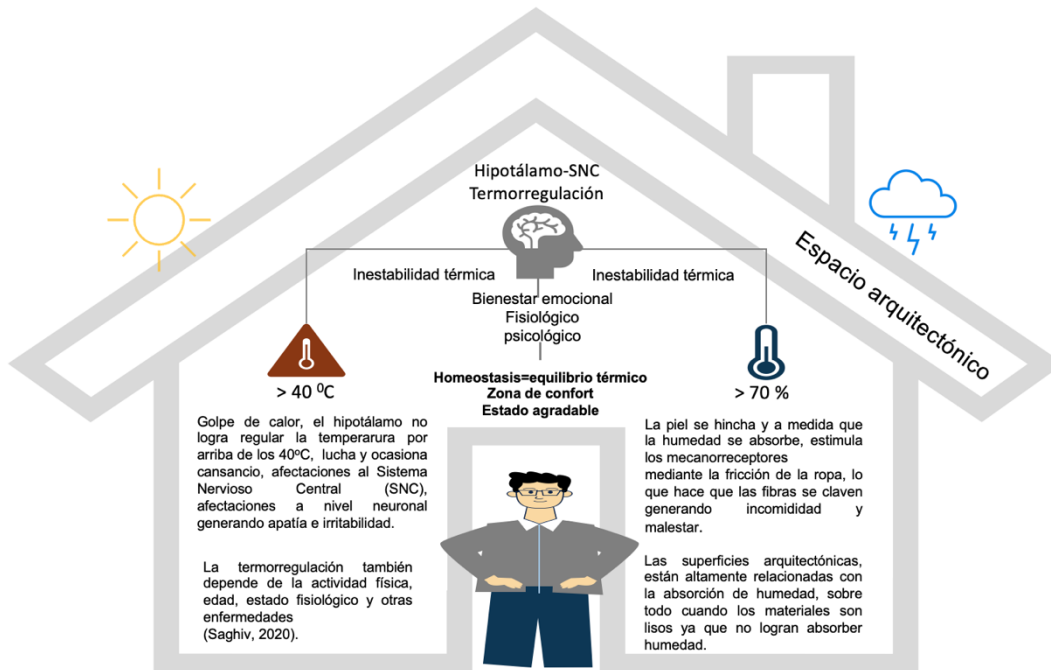
3.3.5. *Humedad relativa*

La humedad, es el estado líquido o vapor presente en un ambiente, superficie, interior del cuerpo o en el mismo aire, por consiguiente, la humedad relativa, es la cantidad de humedad en el aire frente a la cantidad máxima que el aire puede contener a una temperatura determinada (Quest, 2023). Al hablar de exceso de humedad en el ambiente, puede provocar daños al interior de un espacio desde el propio mobiliario, infraestructura y la misma salud de los habitantes, por tal motivo se realizan las mediciones expresadas en % para determinar que este parámetro se encuentre dentro de los parámetros establecidos.

La figura 17 describe de manera esquemática que el cuerpo humano está diseñado bioquímicamente para efectuar una termorregulación cuando se encuentra expuesto a altas y bajas temperaturas vinculada con la homeostasis, es decir, un equilibrio térmico; sin embargo, se puede presentar inestabilidad térmica a causa de condiciones extremas como el calor y la humedad, al cuerpo le resulta difícil regular el calor lo que da como resultado una temperatura alta, ocasionando fatiga, dolor de cabeza. Esta termorregulación se encuentra relacionada con la condición física, edad, estado fisiológico y otras enfermedades (Saghiv, 2020). Además, cuando la humedad supera el 70%, la piel se hincha y a medida que esa humedad se va absorbiendo, estimula a los mecanorreceptores mediante la fricción de la ropa, lo que hace que las fibras de la ropa se claven e incrementen su fricción generando incomodidad y malestar en las personas. Las superficies arquitectónicas y mobiliario están altamente relacionados con la absorción de humedad, sobre todo los materiales lisos que no absorben humedad (Wu, 2022).

Figura 17

Termorregulación mediante el hipotálamo



Fuente: Elaboración propia con información (Wu, Yuxin,2022)

3.3.6. Ventilación

Se han realizado varios estudios que demuestran que cuando la ventilación natural dentro de un edificio es escasa tiene efectos negativos hacia la salud de los ocupantes. Por ejemplo, se han hecho estudios de los efectos del suministro del aire exterior en oficinas y los síntomas que se generan con el SEE, impactando negativamente en la productividad; al disminuir la ventilación natural se tuvieron incrementos de sensación de sequedad en garganta, boca y dificultad para pensar con claridad. La magnitud de estos síntomas disminuyó al incrementar las tasas de ventilación (Wargocki P. , 2000).

Además, las condiciones del confort como ruido, iluminación y concentraciones de CO₂ pueden influir positiva o negativamente sobre la salud, bienestar y rendimiento de los alumnos, es por ello que se realizan mediciones de estos parámetros recurriendo a la normativa que indica las especificaciones recomendadas para no causar daño a la salud y afectaciones en la enseñanza y el aprendizaje. Un espacio cerrado ocupado por personas carente de ventilación natural, incrementa el consumo de O₂ al inhalar o respirar, convirtiéndolo en CO₂ o anhídrido carbónico al exhalar, el cual provoca alteraciones y trastornos en la salud de los ocupantes.

En época de calor, el sobrecalentamiento como consecuencia de la radiación solar y la intensidad lumínica, generan aumento de los olores corporales provocados por la transpiración y respiración en ambientes cerrados (*Gómez F. J., 2004*).

3.4. Modificaciones al protocolo de actuación de 4 fases, alcance y limitantes

En esta fase, se aplicaron las encuestas con las adecuaciones y para que fuera más práctico, se unieron ambos cuestionarios en uno solo, es decir, el simplificado de la NTP-380 y el de la NTP-290. Ambos cuestionarios se adecuaron para la población estudiantil, eliminando información de clima laboral, además se incluyó la sensación térmica de la escala de Fanger, de tal forma que tuviera toda la información necesaria y se manejó de forma anónima. Los resultados ayudaron a determinar si los edificios presentan el SEE, la presencia de las afectaciones en ojos, nariz y garganta, así como los padecimientos generales, ergonómicos y otros psicosociales. Los resultados serán incluidos en el plan de acción para tomar las medidas necesarias junto con los responsables.

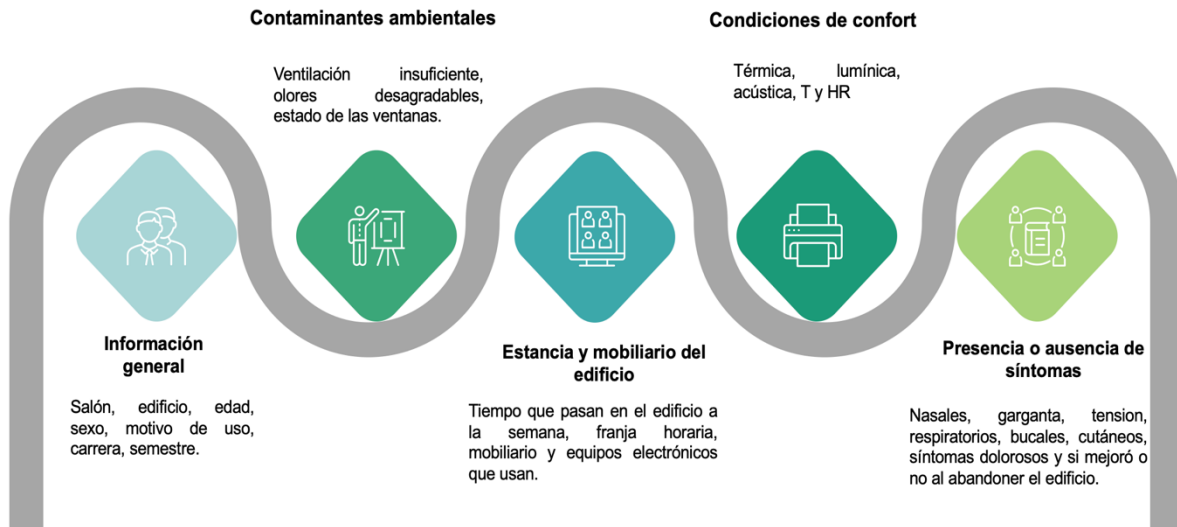
3.5. Instrumento aplicado, parámetros evaluados, el universo de estudio y la muestra

Para este estudio se usaron las NTP adecuadas a la población estudiantil, quienes pasan largos periodos de tiempo y al no tener una buena calidad del ambiente

interior genera daños a la salud y un impacto sobre la productividad de la enseñanza y el aprendizaje.

Figura 18

Aspectos analizados para la detección del SEE



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de las: NTP 289, NTP:380 y NTP 74.

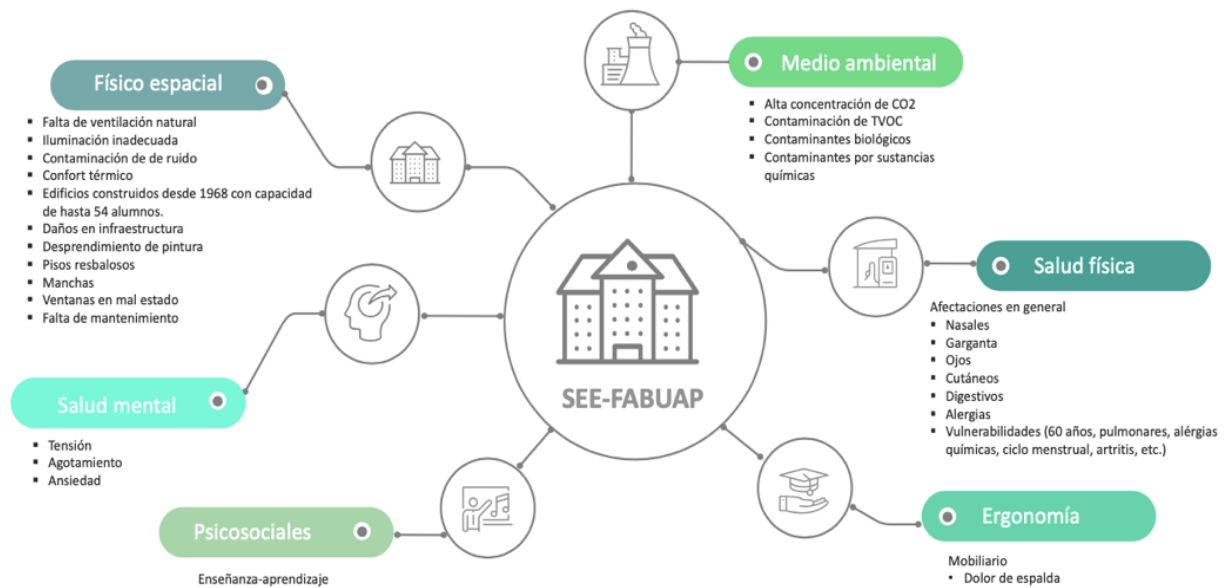
La figura 18 muestra los parámetros evaluados en las encuestas, se incluye información general como: edad, sexo, edificio, salón, horas que están dentro de estos espacios, carrera y horario, información relacionada al espacio, como tamaño, mobiliario, si los alumnos están parados, sentados o caminando, temas relacionados al confort percibido como la ventilación si es adecuada o insuficiente, ausencia o presencia de contaminación de ruido, sensación térmica de Fanger e iluminación. Las encuestas se aplicaron en tres horarios diferentes y 2 estaciones del año, en donde se percibe más el frío y el calor durante todo el periodo que es invierno y primavera. El tamaño de la muestra fue de 1081 personas entre ambos periodos, las cuales corresponden a 731 para invierno y 340 personas para primavera.

3.6. Factores de riesgo que presentan los edificios con el SEE

Las NTP-289, mencionan los principales problemas vistos desde diferentes aspectos mostrados en la figura 19, los cuales son ocasionados por el SEE, afectando el aspecto físico espacial, medio ambiental, salud física, ergonomía, psicosocial y salud mental, el cual nos permite abarcar la mayor parte de los daños a los usuarios ocasionados en los espacios interiores.

Figura 19

Problemas que causan el Síndrome del Edificio Enfermo



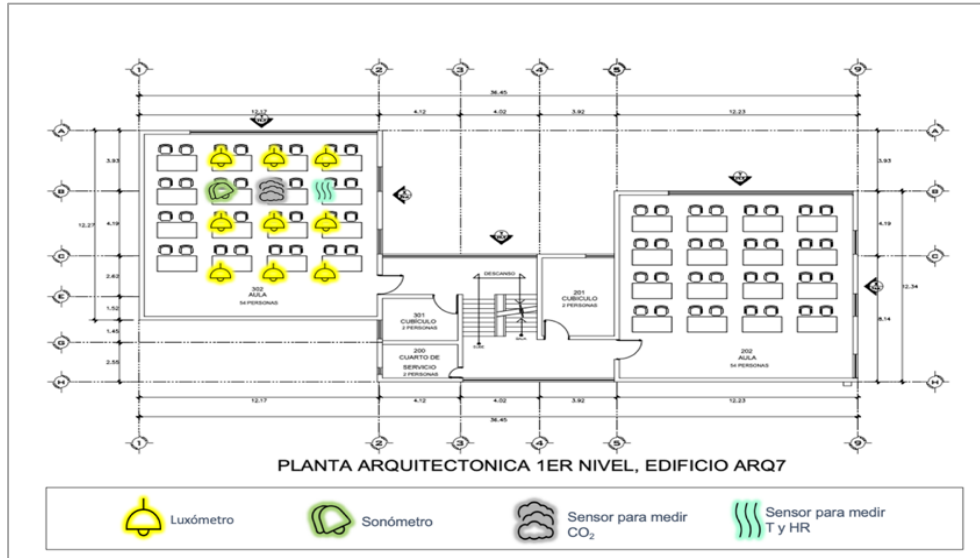
Nota: Elaboración propia con base en los resultados de trabajo de campo 2023.

3.7. Ubicación y distribución de los equipos de medición de la calidad ambiental

La figura 20 muestra la planta arquitectónica del primer nivel del edificio o taller ARQ-7 representando la distribución y ubicación de los equipos de medición del luxómetro, sonómetro, equipo de sensor para medir los niveles de CO₂ y sensor de temperatura y humedad relativa.

Figura 20

Ubicación de los equipos de medición

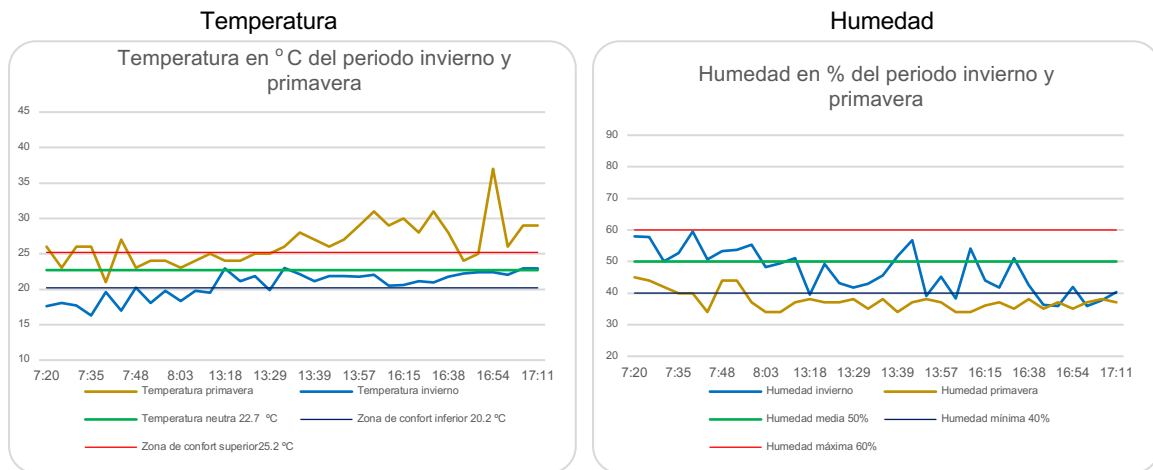


Nota: distribución de los talleres, representando la ubicación de los equipos de medición.

3.8. Resultados de la calidad del ambiente interior (temperatura, humedad, CO₂, ruido e iluminación)

Figura 21

Gráficos de temperatura y humedad relativa



Nota: Gráficos elaborados en excel con datos obtenidos de las mediciones del periodo invierno y primavera 2023.

Respecto a la temperatura, para tener los límites máximos y mínimos en el gráfico de acuerdo a la zona de estudio de la Ciudad de Puebla, es necesario realizar el cálculo de la temperatura neutra, mediante la fórmula propuesta por el autor Auliciems $T_n = 17.6 + 0,31 T_m$ y la zona de confort $Z_c = T_n \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, en donde : T_n = Temperatura neutra, T_m = Temperatura media anual o mensual, Z_c = Zona de confort, descrito en el libro: Complejidad visual en la arquitectura, además establece los rangos de confort de varios estados incluyendo al estado de Puebla (Freixanet V. , 1987).

Para obtener los datos de la temperatura media anual o mensual, se accedió a la base de datos de la Coordinación General de Servicios Meteorológicos Nacional y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2022), la cual se encuentra actualizada hasta diciembre del 2022. Se tomó el dato de la temperatura media mensual acumulado de enero-diciembre del mismo año y los datos recolectados para la Ciudad de Puebla, para la zona de confort se le resta y suma $\pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ para tener los límites permitidos. En el gráfico de temperaturas de la figura 21, se observa la tendencia y diferencia que existe entre ambos periodos, evidentemente en el invierno se reportan temperaturas bajas, incluso por debajo de la zona inferior de confort en las primeras mediciones del horario de las 7:20am de la mañana, y a medida que el horario avanza después de las 8am de la mañana, se reportan temperaturas arriba de los 20°C , manteniéndose dentro de la zona de confort. Respecto al periodo de primavera, las temperaturas reportadas indican lo opuesto, sí analizamos la tendencia, se observa que la mayoría de los datos medidos y reportados se encuentran fuera de la zona de confort a partir de las 13:17 hrs que fue el segundo horario recolectado.

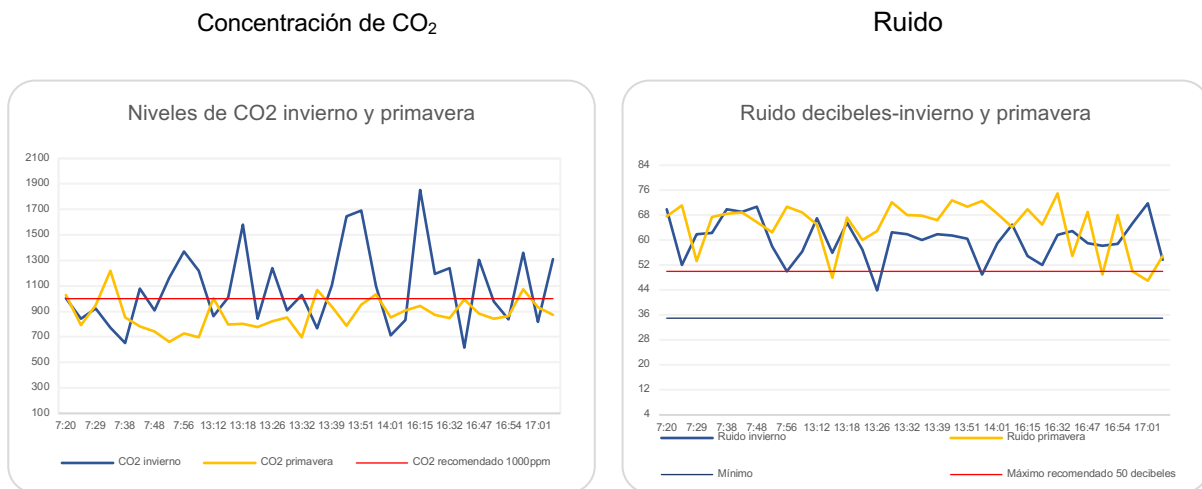
Los resultados de la temperatura y humedad, están estrechamente relacionados una de la otra, a medida que la temperatura aumenta, la HR disminuye o al tener temperaturas bajas la HR aumenta. Se tomó como referencia la norma UNE-EN-ISO 7730, en donde maneja un rango de 40-50% para primavera y de 40-60% para periodos de invierno, sin embargo, existe otra norma INIFED-2022-SEP, en donde

solo maneja un solo rango de 50% por lo cual se tomó como aceptable el rango de 40-60%.

La figura 21 muestra la tendencia de la línea, empieza con datos altos de 44% y enseguida quedan por debajo del límite inferior, teniendo como mínimo 34%, aún considerando horarios de las 7am mañana. El % de humedad en invierno en el punto de partida, llega casi al límite de especificación, con valores de 60% y con una tendencia hacia la baja, mientras aumenta la temperatura, el % de humedad disminuye. A partir de las 16hrs, se tienen puntos bajos que se encuentran fuera del rango de confort con un resultado de 37%. Podemos observar que existe diferencia entre cada periodo de invierno y primavera. Sin embargo, al momento de realizar las mediciones en invierno no se reportan olores de humedad en el ambiente.

Figura 22

Mediciones de concentración de CO₂ y ruido



Nota: Gráficos elaborados en excel con datos obtenidos de las mediciones del periodo invierno y primavera 2023.

El gráfico de los niveles de CO₂ de la figura 22, muestra concentraciones por arriba del límite permisible de 1000ppm en invierno, este aumento en parte se debe a que se tienen temperaturas bajas y los usuarios no abren las ventanas, por lo tanto, existe menor ingreso de aire fresco, además de que los alumnos se mantienen

agrupados, elevándose más la concentración CO₂. En el periodo de primavera se reportaron temperaturas más elevadas, las ventanas y puertas se mantienen abiertas para que exista mayor ventilación natural, en este periodo de primavera, los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

El gráfico de los niveles de ruido en la figura 22, se encuentra fuera de los decibeles que la norma establece, esto se debe a que se mantienen las puertas abiertas y además a que en estos talleres existe interacción entre los alumnos ya que la mayor parte del tiempo es trabajo práctico. Por otra parte, el ruido es otro parámetro que resultó estar por encima de lo recomendado por las normas para espacios educativos, esto se puede explicar porque las puertas de los talleres se encontraban en la mayoría de los casos abiertas debido a medidas inmediatas de mitigación de la COVID-19, además estamos hablando de talleres donde comúnmente se realizan trabajos de manera práctica y es normal que exista ruido de las mismas conversaciones de los alumnos y maestros.

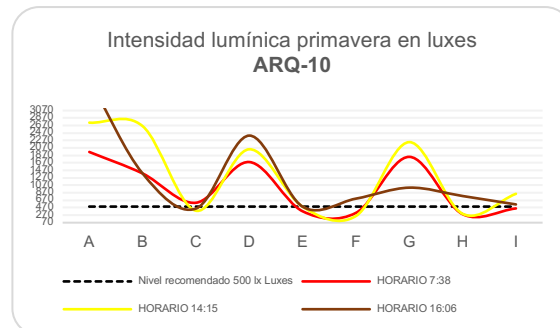
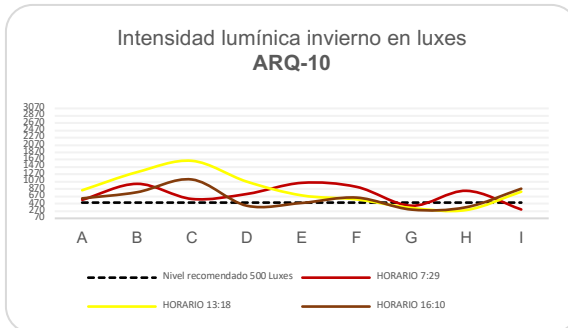
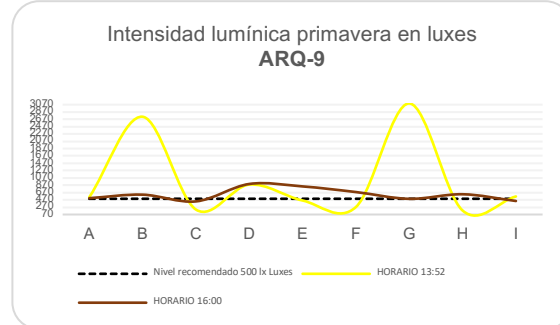
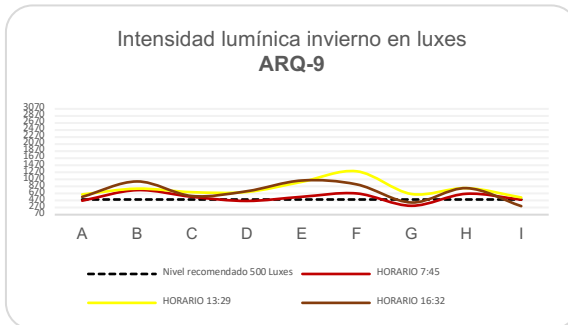
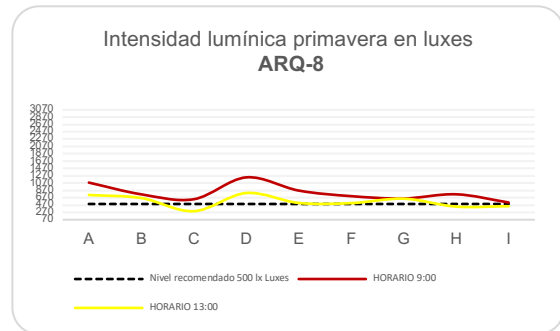
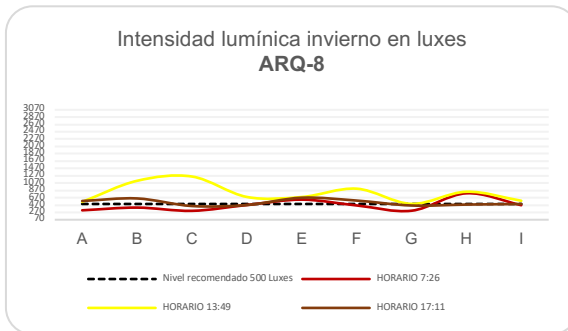
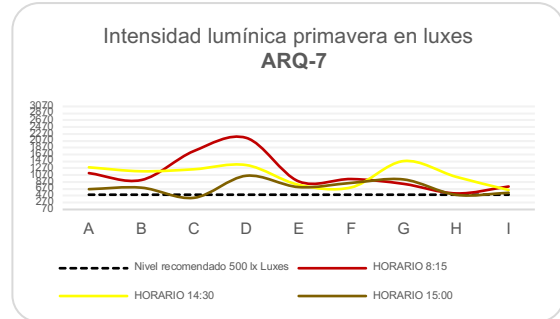
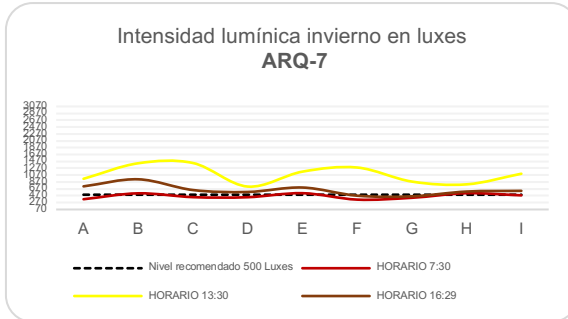
En cuanto a los resultados de iluminación (ver figura 23), para las mediciones de intensidad lumínica, se tomaron nueve zonas de muestreo en cada taller (zona A, B,C,D,E,F,G,H,I), con el fin de observar la distribución de la luz artificial encendida además de la natural. La iluminación es otro de los elementos que si no se encuentra en el rango aceptable de acuerdo con la actividad que se desarrolla, podría causar efectos adversos sobre todo en la vista y algunas otras afectaciones como dolor de cabeza. Las instalaciones deben de contar con luz natural suficiente y luz artificial para desarrollar las actividades dentro de los talleres. Las mediciones arrojan resultados que superan los límites establecidos, los resultados más altos de iluminación se registraron en las zonas que se encuentran cerca de las ventanas y en las horas en las que el sol está más intenso. También hubo casos en donde no era necesario recurrir a la luz artificial y esta se encontraba prendida, o apagada cuando se estaba utilizando el proyector.

Figura 23

Mediciones de iluminación por cada edificio

Iluminación periodo invierno 2023

Iluminación periodo primavera 2023



Nota: Gráficos elaborados en excel con datos obtenidos de las mediciones del periodo invierno y primavera 2023.

Los gráficos de iluminación evidencian que la intensidad lumínica dentro de los talleres es más alta para el periodo de primavera, en donde los rayos del sol son más intensos, además las zonas B, D y G medidas que corresponde a la cercanía con ventanas son más altas que las otras zonas que están hacia la pared y zona del pizarrón (esto depende de la orientación de cada taller), a diferencia del periodo de invierno que muestra resultados con intensidades más bajas. Los resultados para ambos periodos se tomaron en tres horarios diferentes, a las 7:00, 13:00 y 16:00 aproximadamente, esto permitió observar que también el horario influye, se observa que para primavera la intensidad más alta se encuentra alrededor del las 13:00 hrs y para invierno parte de las 7:00 y 13:00 hrs. Sin embargo, a pesar de que los resultados de iluminación son más bajos en invierno, ambos periodos se encuentran por encima de los límites establecidos por las normas menor a 500 luxes.

3.9. Determinación del SEE en relación con las afectaciones en ojos, nariz y garganta

Tabla 5

Resultados que determinan el SEE

Datos para determinar el SEE	Periodo invierno				Periodo primavera			
	ARQ-7	ARQ-8	ARQ-9	ARQ-10	ARQ-7	ARQ-8	ARQ-9	ARQ-10
Total, de alumnos encuestados	260	107	130	240	110	122	31	81
Padecimientos en ojos (sequedad, lagrimeo, escozor, picor)								
Si mejoró al abandonar el edificio	40%	47%	40%	39%	61.80%	59%	70%	58%
No mejoró al abandonar el edificio	60%	53%	60%	61%	38.20%	41%	30%	42%
Sí	36.50%	44%	35%	34%	49%	46%	45%	41%
No	64.50%	56%	65%	66%	51%	54%	55%	59%
Padecimientos en nariz (sequedad, nariz tapada, goteo)								
Si	37%	30%	35%	34%	53%	60%	61%	46%
No	63%	70%	65%	66%	47%	40%	39%	54%
Sí	22%	43%	24%	21%	46%	39%	35%	30%
No	78%	57%	76%	79%	54%	61%	65%	70%
Padecimientos en garganta (sequedad, picor, escozor)								
Si	33%	27%	32%	29%	53%	57%	61%	43%
No	67%	73%	68%	71%	47%	43%	39%	57%
Sí	18%	12%	22%	14%	38.20%	38%	45%	29%
No	82%	88%	78%	86%	61.80%	62%	55%	71%

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1 y mayo 2023 periodo 2.

Los resultados de la tabla 5 muestran que todos los talleres de la FABUAP padecen del SEE, se observan resultados más altos en la segunda evaluación que corresponde al periodo de primavera. Otro dato importante es que las afectaciones en garganta fueron menores para la primera evaluación en los edificios ARQ-7, ARQ-8 y ARQ-10. El cuestionario simplificado que se aplica en esta evaluación corresponde a las NTP-380- Determinación del SEE que es considerado cuando los síntomas superan el 20% de los usuarios y estos desaparecen al abandonar el sitio.

3.10. Datos generales de la población estudiada

Tabla 6

Caracterización de la población estudiada.

Item	Total n= 1081		Periodo Invierno		Periodo primavera	
	%	n	%	n= 737	%	n= 344
Género						
Masculino	46.06	498	46	340	45.9	158
Femenino	53.94	583	54	397	54.1	186
Edad						
18-20 años	70.31	760	70.4	516	70.7	244
21-25 años	26.64	288	26.1	191	28.2	97
26 en adelante	3.05	33	3.5	30	1.1	3
Edificio						
ARQ-7	34.23	370	35	260	32	110
ARQ-8	21.18	229	15	107	35	122
ARQ-9	14.89	161	17	130	9	31
ARQ-10	29.69	321	33	240	24	81
Carrera						
Arquitectura	50.79	549	50.7	374	50.8	175
Diseño gráfico	45.33	490	45.3	334	45.4	156
Urbanismo y diseño ambiental	3.05	33	3.3	25	2.35	8
Docente	0.83	9	0.7	4	1.45	5
Horas en el edificio a la semana						
1-5 horas	31.45	340	30	220	34.88	120
6-10 horas	43.11	466	47	347	34.59	119
11-20 horas	20.17	218	19	141	22.38	77
20-37 horas	5.27	57	4	29	8.15	28
Se sienta a menos de 5m de ventanas o puertas						
Si	67.62	731	68	499	67.44	232
No	32.38	350	32	238	32.56	112
Pueden abrirse las ventanas						
Si	87.88	950	88	646	88.3	304
No	12.12	131	12	91	11.7	40

Nota: Tabla realizada usando como referencia el estudio de salud ambiental (Ríos, 2022), con datos de las encuestas aplicadas en enero y mayo del 2023 en la FABUAP.

La tabla 6, muestra el total de participación de las encuestas aplicadas de ambos periodos de invierno y primavera es de 1081 personas incluyendo los 4 edificios, en donde el ARQ-7 tuvo una participación de 34.23%, el ARQ-8 21.18%, el ARQ-9 14.89% y el ARQ-10 con 29.69%. El 70.31% de los encuestados tiene entre 18-20 años, el 26.64% 21-25 años y de 26 años en adelante un 3.05%. El género de los participantes es de 53.94% mujeres y 46.06 % de hombres. El 50.79% de los estudiantes, son del colegio de arquitectura, 45.33% de diseño gráfico y el resto, corresponde a alumnos de urbanismo y docentes. El tiempo de permanencia en los edificios como mínimo es de 2 horas y como máximo hasta 37 horas a la semana. Respecto a la cercanía con ventanas dentro de las aulas, el 67.62% se sienta a menos de 5m de las ventanas, mientras que el 32.38% no. Todas las ventanas se pueden abrir manualmente, sin embargo, se les hizo la pregunta en donde el 87.88% confirma que sí se pueden abrir y el 12.12% contestó que no, lo cual supone que algunos alumnos encuestados desconocen el funcionamiento de la ventilación de los edificios.

Conclusión capitular

No existe una normatividad específica que detecte el SEE en escuelas, por tal motivo se realizaron adecuaciones al protocolo de actuación denominándolo para esta investigación “protocolo de actuación en espacios educativos”, además se agrega un plan de acción correctiva en la fase 4. Los datos de las mediciones ambientales resultan diferentes en los periodos de invierno y primavera, con resultados fuera de los límites especificados por los instrumentos normativos que impactan la calidad del ambiente interior, ocasionando afectaciones a la salud de los usuarios, alterando la concentración, enseñanza y aprendizaje. La población estudiada estuvo conformada por un total de participación de 1081 alumnos para ambos análisis. Se detectó que todos los edificios estudiados presentan el SEE.

Capítulo IV

Análisis inferencial de las afectaciones en ojos, nariz, garganta y trastornos generales con la percepción térmica de Fanger, ventilación, ruido e iluminación



Introducción capitular

En este capítulo se presenta una discusión de los problemas detectados que explican el SEE, realizado a partir de la aplicación del cuestionario adaptado de las NTP-289 (cuestionario simplificado) y las NTP-290 (cuestionario general), correspondientes a la fase 2 de la adaptación del protocolo de actuación. Se presenta el análisis inferencial utilizando la prueba chi o ji cuadrada de Pearson, para determinar si existe diferencia significativa entre las frecuencias observadas y esperadas, en caso de cumplirlo se revisa el recuento de las ambas, en donde el nivel de significancia es $\leq 0,05$. Cuando el recuento de las frecuencias sea ≤ 5 y supere el 20%, se calcula la prueba exacta de Fisher, la cual es fiable y la significancia del P valor también debe ser menor o igual a 0,05. Para estas pruebas inferenciales, se usa el software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26. Este análisis estadístico determina si existe o no asociación entre las variables estudiadas, lo cual permite comprobar las hipótesis planteadas.

La figura 24 muestra las variables analizadas obtenidas de ambas encuestas de las NTP y los síntomas generales que los usuarios manifiestan dentro de los edificios en cada taller; cuando estos padecimientos o síntomas desaparecen al abandonar el inmueble y el porcentaje es igual o mayor al 20% el edificio se considera con el SEE, pero si los síntomas persisten el padecimiento se debe a otras causas. Por lo tanto, se seleccionan las variables correspondientes a los síntomas (ojos, nariz y garganta) con las variables de afectaciones al confort (ruido, ventilación, temperatura e iluminación) para realizar las correlaciones.

Figura 24

Selección de variables para efectuar la correlación estadísticamente



Fuente: Elaboración propia con la información del estudio realizado y basada en la NTP-289.

4.1. Prueba de hipótesis

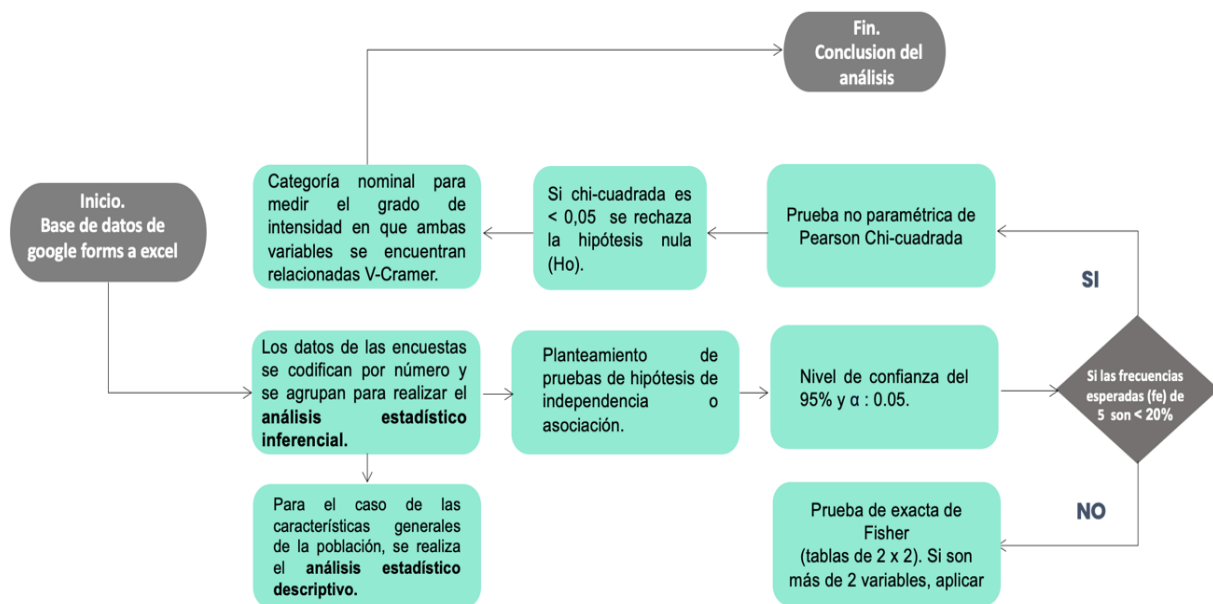
Antes de realizar las pruebas estadísticas, se elaboran las hipótesis para determinar si las variables están o no relacionadas entre sí, dicho de otra forma, al existir un aumento o disminución en una variable, la otra variable se ve afectada o no. Además, es necesario comprobar si los parámetros de confort térmico, lumínico, acústico y calidad del ambiente interior, están asociados con las afectaciones a la salud de los usuarios en ojos, nariz y garganta.

4.2. Asociación entre variables

La figura 25 describe el flujo para determinar la existencia o no de asociación entre variables, es importante mencionar que este análisis demuestra la relación o independencia, pero no la causa, para ello se tiene que recurrir a otro tipo de estudio analítico el cual permitiría obtener una relación causal, la cual no es parte del objetivo de este estudio.

Figura 25

Diagrama de flujo para la determinar asociaciones



Nota: Elaboración propia con datos obtenidos la Universidad Autónoma de Madrid (Fernández, s.f.).

4.2.1. Pasos realizados para el análisis estadístico de asociación entre variables

1. Transferir el cuestionario de Google Forms a Excel.
2. Los datos de las encuestas se codifican por número y se agrupan, cada pregunta o variable consta desde 2 hasta 8 respuestas.
3. Los datos de Excel se transfieren al programa IBM® SPSS® Statistics versión 26 para realizar los análisis estadísticos.

4. Para el caso de variables descriptivas como sexo, edad, edificio, salón, motivo de uso del edificio, carrera, semestre, franja horaria, tiempo y días de permanencia, se realiza la tabla de frecuencias y porcentajes.
5. Se realiza el planteamiento de las pruebas de hipótesis para comprobar si existe asociación significativa mediante la hipótesis nula (H_0) afirmación que no se rechaza hasta demostrar estadísticamente lo contrario, en este caso se plantea que no existe relación entre las variables afectaciones a la salud (ojos, nariz, garganta y trastornos generales) con las variables de la calidad del ambiente interior (sensación térmica de Fanger, ruido, ventilación e iluminación). La hipótesis alternativa (H_1) afirma que las variables sí tienen relación (Ibañez, 2000).
6. Se usa un nivel del 95% de confianza con el 0.05 de error.
7. Se realiza la prueba de asociación asignada a cada caso.
8. Para las pruebas chi-cuadrada y prueba exacta de Fisher, se midió la intensidad de asociación entre las dos variables analizadas, basadas en la escala nominal (ver figura 25) de la prueba V de Cramer y el coeficiente de Phi de Pearson.

Una asociación estadísticamente significativa, indica que una prueba entre ambas variables es diferente a cero. Referente a la magnitud del coeficiente de asociación a partir de 0.30 ya es un valor considerado como apreciable (P. Morales, 2011).

El estudio estadístico se realizó mediante las tablas de contingencia, usando el software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26. En SPSS se conoce como tabla cruzada en donde se combinan dos o más variables por filas y columnas.

4.3. Prueba de chi cuadrada

Esta prueba se utiliza para demostrar la hipótesis de que las variables de fila y columna de una tabla de contingencia son independientes o están relacionadas, el número de grados de libertad en una tabla de contingencia está dado por el número de filas-1 y número de columnas-1 (Puri, 2002). Para que chi-cuadrada sea válido, se usa un nivel de confianza del 95% y α (alfa)= 0,05, en donde, chi-cuadrada de Pearson debe tener un valor $p < 0,05$ que corresponde al valor de significación asintótica bilateral.

4.4. Fuerza de unión o grado de asociación entre variables

Para ver la asociación entre las variables, se realiza la prueba estadística de Phi y V de Cramer, estas son medidas de asociación basadas en chi-cuadrada (IBM, 2021).

Figura 26

V de Cramer. Escala nominal

Valores del índice V de Cramer	Interpretación
0 - 0.10	Grado despreciable
0.10 - 0.30	Efecto pequeño
0.30 - 0.50	Efecto mediano o moderado
0.50 - 1	Efecto grande

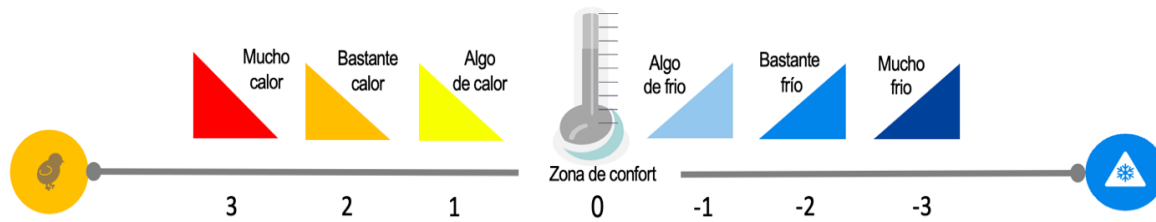
Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de prueba estadístico para variables cualitativas ,2016.

La figura 26 muestra la escala nominal de los valores de V de Cramer. Cuando el valor se encuentre en un rango de 0-0.1 se desprecia la asociación, de 0.1-0.30 el efecto es pequeño, de 0.30-0.50 efecto moderado y a partir de 0.50-1 se tiene un efecto grande de asociación entre ambas variables (Amat, 2016).

Para considerar la variable de la sensación térmica de Fanger la figura 27 indica la escala numérica, la cual, permite agrupar a los encuestados y determinar cuántas personas se encuentran en la zona de confort térmico, es decir, en un estado agradable (Castrejón, 2000).

Figura 27

Escala de Fanger



Nota: Elaboración propia a partir de NTP 74: Confort térmico-Método de Fanger (Viella, 1983)

4.5. Análisis de resultados de la percepción térmica de Fanger y afectación en ojos- Invierno y Primavera

Se establecen las hipótesis para los periodos (invierno y primavera). Cabe señalar que las encuestas no son aplicadas sobre los mismos sujetos. Las hipótesis que se aplicaron para cada grupo de variables de manera general son las siguientes:

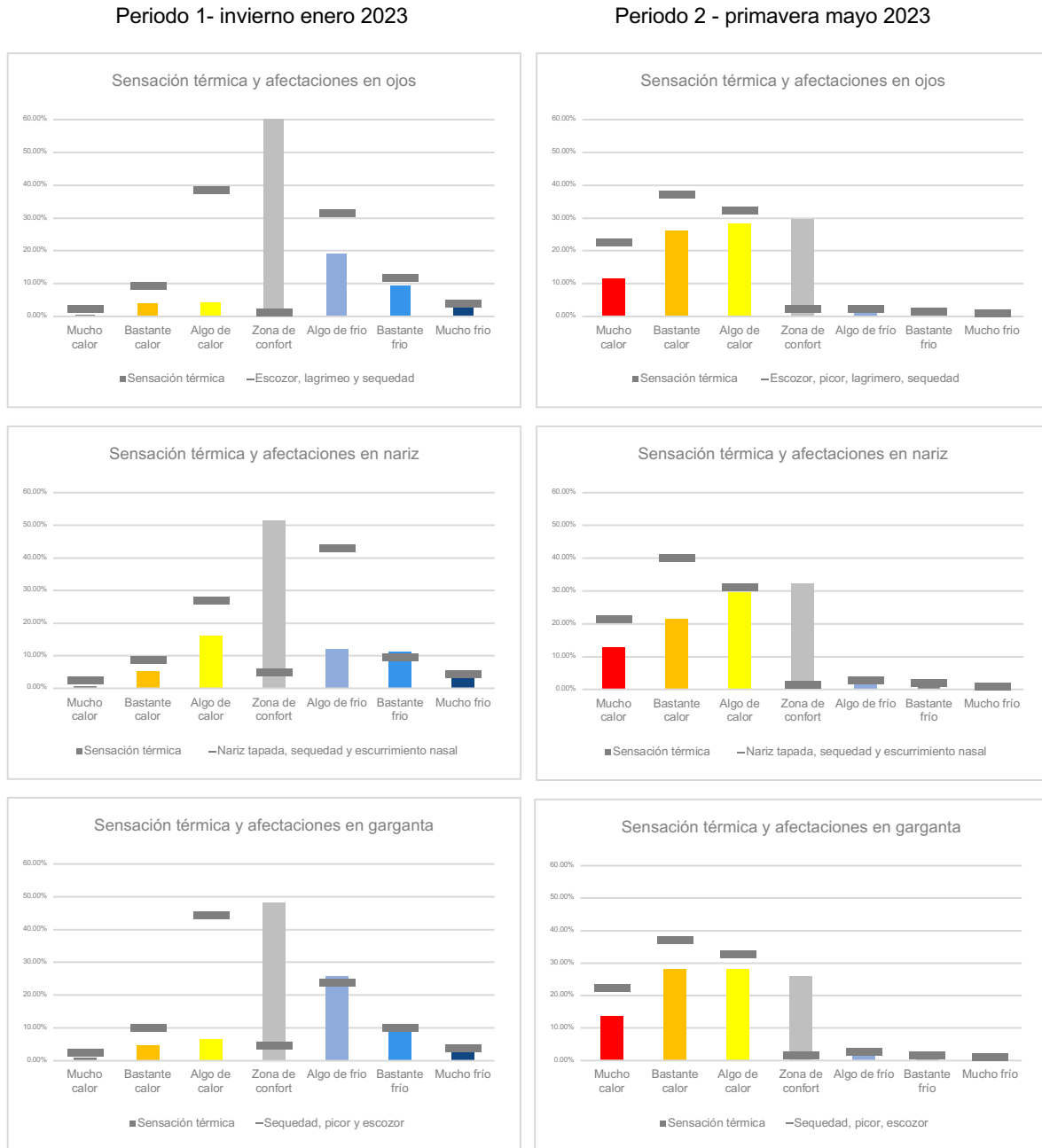
Hi (hipótesis alternativa): Las afectaciones en ojos, nariz, garganta y trastornos generales **están relacionadas** con la percepción de temperatura, del ruido, de la ventilación y la iluminación.

Ho (hipótesis nula): Las afectaciones en ojos, nariz, garganta y trastornos generales **no están relacionadas** con la percepción de temperatura, del ruido, de la ventilación y la iluminación.

La figura 28 muestra los resultados en donde la mayor parte de la población, se encuentran en la zona de confort térmico correspondiente al periodo de invierno, respecto a las alteraciones en ojos, nariz y garganta. Las escalas donde se presentan los daños están acumuladas en la zona 1 (algo de calor) y -1 (algo de frío), se esperaba que, al ser temporada de invierno, estas afectaciones estuvieran concentradas en la zona de frío, sin embargo, se encuentran en ambas: la zona 1 (algo de calor) y la zona -1(algo de frío). Respecto al clima de otros años, es importante considerar que el año 2023 fue un año atípico, ya que se registraron temperaturas muy altas con relación a otros años (NASA, 2023). Los resultados de primavera correspondientes al periodo 2, la población se encuentra en la zona de confort o zona neutral, sin embargo, marcan una tendencia hacia la zona de calor para el caso de las afectaciones en ojos, nariz y garganta. Todas coinciden con la escala 2 en primer lugar (bastante calor) seguido de la escala 1 (algo de calor) y finalmente la escala 3 (mucho calor), también se observa que a medida que aumenta esa incomodidad de percepción de calor, aumentan los padecimientos con el mayor número de casos en la zona 2 (bastante calor).

Figura 28

Gráficos de la percepción de la escala de Fanger y afectación en ojos, nariz y garganta periodos invierno y primavera.



Fuente: Gráficos obtenidos del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1 y mayo 2023 periodo 2.

4.5.1. Resultados de chi-cuadrada sensación térmica de Fanger y afectaciones en ojos (escozor, picor, lagrimeo, ningún padecimiento)- invierno

A continuación, se muestran las tablas de contingencia de la percepción de sensación térmica con afectaciones en ojos de ambos periodos estudiados. La tabla 7, solo se muestra como ejemplo, el resto de ellas, se encuentran en el apartado anexos para su consulta.

Tabla 7

Tablas de contingencia: afectaciones en ojos y sensación térmica de Fanger invierno y primavera

Periodo 1- invierno enero 2023

Tabla cruzada percepción de sensación térmica con afectaciones en ojos.
Periodo 1

		Afectación en ojos			
		Ninguna afectación	Escozor, lagrimeo y sequedad		
% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	Mucho calor	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	18.2%	81.8%	
		% afectación en ojos	5%	2.5%	
	Bastante calor	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	30.6%	69.4%	
		% afectación en ojos	3.9%	9.6%	
	Algo de calor	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	10.5%	89.5%	
		% afectación en ojos	4.2%	38.5%	
	Zona de confort-neutro	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	97.9%	2.1%	
		% afectación en ojos	60.1%	1.4%	
	Algo de frío	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	39.5%	60.5%	
		% afectación en ojos	19.1%	31.7%	
	Bastante frío	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	46.2%	53.8%	
		% afectación en ojos	9.4%	11.9%	
	Mucho frío	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	42.3%	57.7%	
		% afectación en ojos	2.9%	4.2%	
	Total	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	52.0%	48.0%	
		% afectación en ojos	100.0%	100.0%	
			% del total	52.0%	48.0%

Periodo 2 - primavera mayo 2023

Tabla cruzada percepción de sensación térmica con afectaciones en ojos.
Periodo 2

		Afectación en ojos			
		Ningún síntoma	Escozor, picor, lagrimeo, sequedad		
% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	Mucho calor	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	11.60%	22.70%	
		% afectación en ojos	4.90%	13.10%	
	Bastante calor	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	26.00%	37.40%	
		% afectación en ojos	11.00%	21.50%	
	Algo de calor	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	28.10%	32.30%	
		% afectación en ojos	11.90%	18.60%	
	Zona de confort-neutra	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	29.50%	2.50%	
		% afectación en ojos	12.50%	1.50%	
	Algo de frío	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	2.70%	2.50%	
		% afectación en ojos	1.20%	1.50%	
	Bastante frío	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	2.10%	1.50%	
		% afectación en ojos	0.90%	0.90%	
	Mucho frío	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	0.00%	1.00%	
		% afectación en ojos	0.00%	0.60%	
	Total	% percepción de sensación térmica de la escala de Fanger	146	198	
		% afectación en ojos	100.00%	100.00%	
			% del total	42.40%	57.60%

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1 y mayo 2023 periodo 2.

La tabla 7 indica los porcentajes de las frecuencias esperadas y acumuladas. Estos resultados se utilizan para calcular el estadístico de Chi-cuadrada y las medidas simétricas de Phi y V de Cramer.

Tabla 8

Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en ojos-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado	330.609 ^a	6	.000	Nominal por Nominal	Phi	.670	.000
Razón de	406.329	6	.000		V de Cramer	.670	.000
Asociación	10.586	1	.001		Coefficiente	.557	.000
N de casos	736			N de casos válidos		736	

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 5.28.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

Respecto al invierno las tablas muestran los resultados de chi cuadrada con una significación menor a 0.05 y una intensidad de asociación de 0.670, lo que significa que la variable “afectaciones en ojos” tiene relación con la “percepción térmica”; ya que cuando no se encuentran en la zona de confort manifiestan tener “algo de calor”, “algo de frío” por lo que las afectaciones se incrementan.

4.5.2. Resultados de chi-cuadrada sensación térmica de Fanger y afectaciones en ojos (escozor, picor, lagrimeo, ningún padecimiento)- primavera

Tabla 9

Prueba de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en ojos-periodo primavera.

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	54.842 ^a	6	.000	Nominal por Nominal	Phi	.399	.000
Razón de verosimilitud	59.431	6	.000		V de Cramer	.399	.000
Asociación lineal por lineal	20.963	1	.000		Coefficiente de contingencia	.371	.000
N de casos válidos	344			N de casos válidos		344	

a. 5 casillas (19%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .85.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

El valor del estadístico 0.00 es menor al nivel de significancia 0,05 lo que indica que las afectaciones en ojos dependen de la sensación térmica de Fanger, con un valor de asociación de .399 entre ambas la cual equivale a una mediana intensidad con datos más elevados en la escala “bastante calor” y “algo de calor”.

4.5.3. Conclusión

El valor del estadístico de Chi cuadrada de Pearson indica una significación menor a 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula, en donde ambas variables de estudio: afectación en ojos y percepción de temperatura están relacionadas con un nivel de confianza del 95%, para el caso del periodo (invierno), la tabla de medidas simétricas señala un valor de Phi y V de Cramer de .670 lo que corresponde a una fuerte asociación entre variables. Para el periodo 2 (primavera) indica un valor de Phi y V de Cramer de .399 lo que indica una correlación mediana entre ambas variables, pero con una asociación estadísticamente significativa.

4.6. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo invierno

Para el periodo invierno, las tablas muestran los resultados de chi cuadrada con una significación menor a 0.05 y un coeficiente de correlación con una fuerza de unión considerada como grande de .533 lo que significa que la variable “afectaciones en nariz” tiene relación con la “percepción térmica”; ya que cuando no se encuentran en la zona de confort manifiestan tener “algo de frío” y “algo de calor” por lo que las afectaciones se incrementan.

Tabla 10

Prueba de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo invierno

Medidas simétricas				Pruebas de chi-cuadrado			
		Valor	Significación aproximada			Valor	Significación asintótica (bilateral)
Nominal por Nominal	Phi	.533	.000	Chi-cuadrado de	208.974 ^a	6	.000
	V de Cramer	.533	.000	Razón de	240.258	6	.000
	Coefficiente de	.470	.000	Asociación lineal	.687	1	.407
N de casos válidos		736		N de casos válidos		736	

a. 1 casillas (7.1%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4.62.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

4.6.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo primavera

Tabla 11

Prueba de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo primavera.

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas				
		Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)			Valor	Significación aproximada
Chi-cuadrado de Pearson		70.431 ^a	6	.000	Nominal por Nominal	Phi	.452	.000
Razón de verosimilitud		77.250	6	.000		V de	.452	.000
Asociación lineal por lineal		21.327	1	.000		Coefficiente	.412	.000
N de casos válidos		344			N de casos válidos		344	

a. El (20%) de 5 casillas han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .81

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

En la tabla 11 respecto a primavera el valor estadístico 0.00 es menor al nivel de significancia 0,05, por lo que se tiene la evidencia de que la percepción de las “afectaciones en la nariz” están relacionadas con las “percepciones de temperatura” usando la escala de Fanger ya que cuando no se encuentran en la zona de confort las afectaciones se incrementan, manifestando tener “bastante calor” o “algo de calor” con un valor de asociación de .452 lo equivalente a una unión moderada entre ellas.

4.6.2. Conclusión

La tabla de prueba de chi-cuadrada de Pearson, indica una significación menor a 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula, en donde ambas variables de estudio: afectación en nariz y percepción de temperatura están relacionadas con un nivel de confianza del 95%. Para el periodo invierno, la tabla de medidas simétricas indica un valor de Phi y V de Cramer de .530. El periodo primavera, indica un valor de Phi y V de Cramer de .452, lo que evidencia una correlación moderadamente fuerte o grande entre ambas variables de ambos periodos evaluados.

4.7. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo invierno

Tabla 12

Prueba de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	n aproximada	
Chi-cuadrado de	233.276 ^a	6	.000	Nominal por Nominal	Phi	.563	.000
Razón de	261.581	6	.000		V de Cramer	.563	.000
Asociación lineal	33.274	1	.000		Coficiente de	.491	.000
N de casos válidos	736			N de casos válidos		736	

a. 1 casillas (7.1%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4.11.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

Para invierno, las tablas muestran el resultado de chi cuadrada con valor estadístico 0,00 menor al nivel de significancia de 0.05 y una intensidad de 0.563, lo que significa que la variable “afectaciones en garganta” tiene relación con la “percepción térmica”; ya que cuando no se encuentran en la zona de confort, manifiestan tener “algo de calor” o “algo de frío”, las afectaciones se incrementan.

4.7.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo primavera

Para primavera, las tablas muestran los resultados de chi cuadrada con una significación menor a 0.05 y una fuerza de intensidad de .358, lo que significa que la variable “afectaciones en garganta” tiene relación con la “percepción térmica”; ya que cuando no se encuentran en la zona de confort manifiestan tener “bastante calor” o “algo de calor”, las afectaciones se incrementan.

Tabla 13

Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo primavera

Medidas simétricas				Pruebas de chi-cuadrado				
		Valor	Significación aproximada			Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Nominal por Nominal	Phi	.358	.000	Chi-cuadrado de Pearson		44.199 ^a	6	.000
	V de	.358	.000	Razón de verosimilitud		52.346	6	.000
	Coefficiente	.337	.000	Asociación lineal por lineal		12.158	1	.000
N de casos válidos		344		N de casos válidos		344		

a. 6 casillas (19.9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .99.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

4.7.2. Conclusión

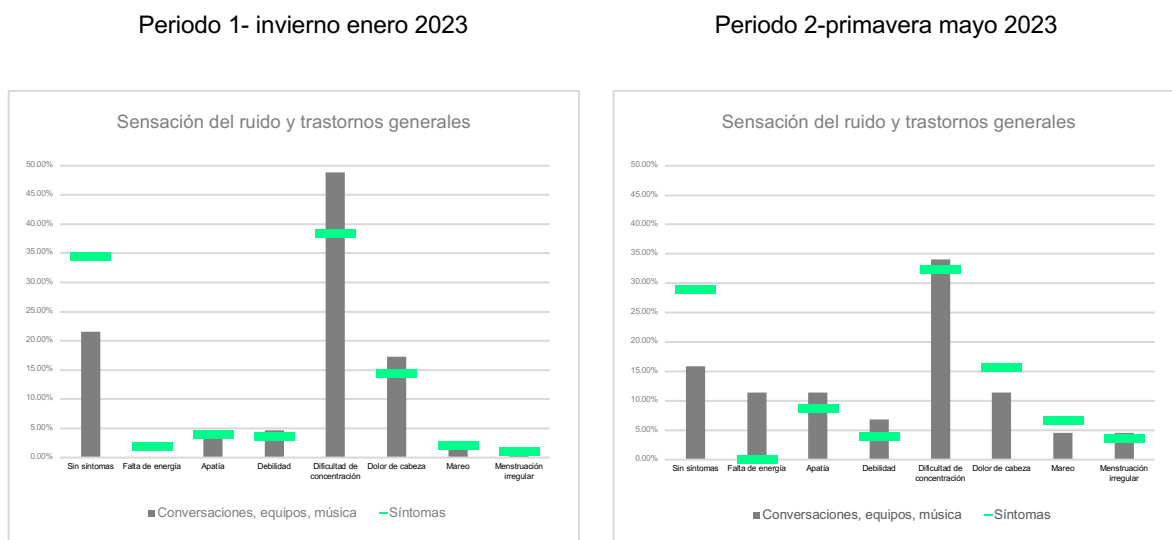
Los resultados de la prueba chi-cuadrada de Pearson, mostrados en las tablas, indica una significación menor a 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula, en donde ambas variables de estudio: afectación en garganta y percepción de temperatura están relacionadas con un nivel de confianza del 95%. La tabla de medidas simétricas en invierno arroja un valor de Phi y V de Cramer de .563 intensidad fuerte o grande entre ambas variables; en primavera arroja un valor de Phi y V de Cramer de .358 lo que indica una intensidad mediana entre ambas variables.

4.8. Análisis de resultados de la percepción del ruido y trastornos generales en invierno y primavera

Los gráficos de la figura 29, muestran en ambos periodos que, al no haber ruido, las afectaciones disminuyen, se destaca en ambos gráficos que al existir ruido proveniente de conversaciones; equipos y música; el parámetro “dificultad de concentración” y “dolor de cabeza” sobresale en ambos gráficos. Esto quiere decir que el ruido está provocando distracción en los usuarios y por ende un impacto en la enseñanza-aprendizaje.

Figura 29

Gráficos de la percepción del ruido y trastornos generales



Fuente: Gráficos obtenidos del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1 y mayo 2023 periodo 2.

4.8.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo invierno

Tabla 14

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	243.835 ^a	7	.000	Nominal por Nominal	Phi	.576	.000
Razón de verosimilitud	258.300	7	.000		V de Cramer	.576	.000
Asociación lineal por lineal	194.717	1	.000		Coefficiente de contingencia	.499	.000
N de casos válidos	736			N de casos válidos	736		

a. 3 casillas (18.8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1.96.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

En la tabla 14, se observa que la significación del estadístico es $0,00 < 0,05$, por lo que se tiene la evidencia de que los trastornos generales como “dificultad de concentración” y “dolor de cabeza”, están asociados a la percepción del ruido, teniendo una fuerza de unión de .567, la cual se considera grande.

4.8.2. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo primavera

Tabla 15

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo primavera.

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	38.361 ^a	7	.000	Nominal por Nominal	Phi	.334	.000
Razón de verosimilitud	25.155	7	.001		V de Cramer	.334	.000
Asociación lineal por lineal	.014	1	.906		Coefficiente de contingencia	.317	.000
N de casos válidos	344			N de casos válidos	344		

a. 6 casillas (19.5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .64.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

Los resultados de la tabla 15, corresponden al periodo primavera, en donde la significación es $0.00 < 0.05$ y demuestra que la “dificultad de concentración” y “dolor de cabeza” están relacionados a “la presencia del ruido”. La intensidad de asociación entre ambas variables es grande con un valor de 0.334.

4.8.3. Conclusión

La tabla de prueba de chi-cuadrada de Pearson, indica una significación menor a 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa en donde ambas variables de estudio: afectación en garganta y percepción de temperatura se encuentran relacionadas entre si con un nivel de confianza del 95%. La tabla de medidas simétricas en el periodo 1, indica un valor de Phi y V de Cramer de .576 lo que indica una intensidad alta entre ambas variables, para el periodo 2, indica un valor de Phi y V de Cramer de .334 lo que corresponde a una intensidad de asociación baja.

4.9. Análisis de resultados de la percepción de la ventilación y afectaciones en ojos

La figura 30 que se muestra a continuación, contiene los resultados del periodo invierno y primavera de las variables: afectaciones en ojos, nariz y garganta y la sensación de ventilación.

Figura 30

Percepción de la ventilación y afectación en ojos, nariz y garganta periodo invierno y primavera



Fuente: Gráficos obtenidos del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1 y mayo 2023 periodo 2.

Los resultados de los gráficos mostrados en la figura 30, determinan que al haber falta de ventilación, las afectaciones aumentan. Se observa que en el periodo 1 (invierno), las afectaciones son mayores en ojos, en segundo lugar, la garganta y finalmente la afectación en nariz. Para el periodo 2 (primavera), las afectaciones en ojos, nariz y garganta se encuentran muy a la par y están relacionadas a la falta de ventilación o estancamiento de aire.

4.9.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo invierno

Tabla 16

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado					Medidas simétricas		
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)		
Chi-cuadrado de Pearson	116.993 ^a	1	.000				
Corrección de continuidad ^b	115.275	1	.000				
Razón de verosimilitud	123.713	1	.000				
Prueba exacta de Fisher				.000	.000		
Asociación lineal por lineal	116.834	1	.000				
N de casos válidos	736						

		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi	.399	.000
	V de Cramer	.399	.000
	Coficiente de contingencia	.370	.000
N de casos válidos		736	

- a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 111.83.
- b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

Los resultados de la prueba de chi-cuadrada, demuestran que el valor estadístico 0,00, es menor al nivel de significancia de 0,05. Sin embargo, en este caso al tratarse de pocos datos, el sistema efectúa la prueba de Fisher para una tabla de 2x2 resultando la más idónea con un resultado estadístico 0,00, el cual también es menor al nivel de significancia 0,05, esto indica que las afectaciones en ojos están relacionadas al estancamiento o la falta de ventilación en la época de invierno. La asociación entre ambas es mediana con un valor de 0.370.

4.9.2. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo primavera

Tabla 17

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo primavera

Pruebas de chi-cuadrado					Medidas simétricas		
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)		
Chi-cuadrado de Pearson	2.550 ^a	1	.110			Valor	Significación aproximada
Corrección de continuidad ^b	2.064	1	.151				
Razón de verosimilitud	2.632	1	.105				
Prueba exacta de Fisher				.149	.074		
Asociación lineal por lineal	2.542	1	.111				
N de casos válidos	344						

Nominal por Nominal	Phi	.086	.110
	V de Cramer	.086	.110
	Coefficiente de contingencia	.086	.110
	N de casos válidos	344	

- a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 18.99.
 b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

La tabla 17, muestra que el valor estadístico 0,149 es mayor al nivel de significancia 0,05 en el periodo de primavera, con el método de prueba exacta de Fisher, lo que indica que las afectaciones en ojos no están relacionadas a la falta o estancamiento del aire, con una asociación de 0,1 considerada como pequeña o despreciable.

4.9.3. Conclusión

De acuerdo con los resultados mostrados en las tablas para determinar estadísticamente el valor de significancia, el programa SPSS en automático calcula la prueba exacta de Fisher, cuando se tienen los criterios de variables dicotómicas, el cálculo se realiza en una tabla 2x2, cuando las frecuencias esperadas en las tablas cruzadas, más del 20% de las casillas presentan valores menores a 5, quiere decir que la prueba de chi-cuadrada es débil por lo que se realiza la prueba de Fisher. Se concluye que la prueba de exacta de Fisher indica una significación menor a 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula en la que se establece que ambas variables: la percepción de afectación en ojos y la ventilación están

relacionadas con un nivel de confianza del 95% y un $\alpha = 0.05$ (margen de error). La tabla de medidas simétricas en el periodo 1, indica un valor de Phi y V de Cramer de .399, lo que indica una asociación moderada entre ambas variables. No obstante, el periodo 2, indica un nivel de significancia mayor al 0.05 y para corroborar dicho dato, se observa que el valor de significancia aproximada también es superior al 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis nula en donde ambas variables de estudio no están relacionadas con las variables: percepción de afectación en ojos y la ventilación, son independientes, es decir, no están relacionadas.

4.10. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo invierno

Tabla 18

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado						Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	13.012 ^a	1	.000			Nominal por Nominal	Phi	.133	.000
Corrección de continuidad ^b	12.438	1	.000				V de Cramer	.133	.000
Razón de verosimilitud	13.207	1	.000				Coefficiente de contingencia	.132	.000
Prueba exacta de Fisher				.000	.000	N de casos válidos			736
Asociación lineal por lineal	12.994	1	.000						
N de casos válidos	736								

- 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 99.44.
- Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

Los resultados de la tabla 18, que corresponden a la época de invierno, muestran que el valor estadístico 0,00, es menor al nivel de significancia 0,05 calculado con el método de Fisher. Se observa que las afectaciones en la nariz están relacionadas con la falta de ventilación natural percibida por los usuarios, con una asociación pequeña entre ambas variables de 0,132 pero estadísticamente significativa ya que es diferente a cero.

4.10.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo primavera

Tabla 19

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo primavera

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	2.789 ^a	3	.425	Nominal por Nominal	Phi	.090	.425
Razón de verosimilitud	2.056	3	.561		V de Cramer	.090	.425
Asociación lineal por lineal	.085	1	.771		Coficiente de contingencia	.090	.425
N de casos válidos	344			N de casos válidos		344	

3 casillas (20%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .27.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

El valor estadístico 0,425 “referido en la tabla 19” es mayor al nivel de significancia 0,05 respecto al periodo de primavera, por lo que las afectaciones en nariz, no están relacionadas a la falta o estancamiento de ventilación natural sin una asociación entre ambas variables.

4.10.2. Conclusión

Se observa que el clima interfiere en la relación entre las variables medidas, en este caso, para invierno, las afectaciones en nariz incrementan cuando se tienen problemas de ventilación, mientras que, en primavera, no hay asociación entre las variables.

4.11. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo invierno

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de chi-cuadrada y los resultados de asociación entre las variables analizadas indicados en la tabla 20.

Tabla 20

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado					Medidas simétricas				
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	146.468 ^a	1	.000			Nominal por Nominal	Phi	.446	.000
Corrección de continuidad ^b	144.482	1	.000				V de Cramer	.446	.000
Razón de verosimilitud	176.348	1	.000				Coefficiente de contingencia	.407	.000
Prueba exacta de Fisher				.000	.000	N de casos válidos		736	
Asociación lineal por lineal	146.269	1	.000						
N de casos válidos	736								

- a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 85.50.
- b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

Para invierno, el valor del estadístico de la prueba exacta de Fisher es de 0.00, el cual es menor al nivel de significancia 0,05, con una asociación grande correspondiente a 0,446. En donde las afectaciones en garganta están asociadas a la falta de ventilación natural.

4.11.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo primavera

Tabla 21

Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo primavera

Pruebas de chi-cuadrado						Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)			Valor	Significación aproximada
Chi-cuadrado de Pearson	40.334 ^a	1	.000			Nominal por Nominal	Phi	.342	.000
Corrección de continuidad ^b	38.365	1	.000				V de Cramer	.342	.000
Razón de verosimilitud	47.417	1	.000				Coficiente de contingencia	.324	.000
Prueba exacta de Fisher				.000	.000	N de casos válidos		344	
Asociación lineal por lineal	40.217	1	.000						
N de casos válidos	344								

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 23.23.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

En la tabla 21, se observa que el valor estadístico de la prueba de Fisher es 0,00, menor al nivel de significancia de 0,05, con una intensidad de 0,342, en donde las afectaciones de garganta están asociadas a la ventilación percibida por los usuarios.

4.11.2. Conclusión

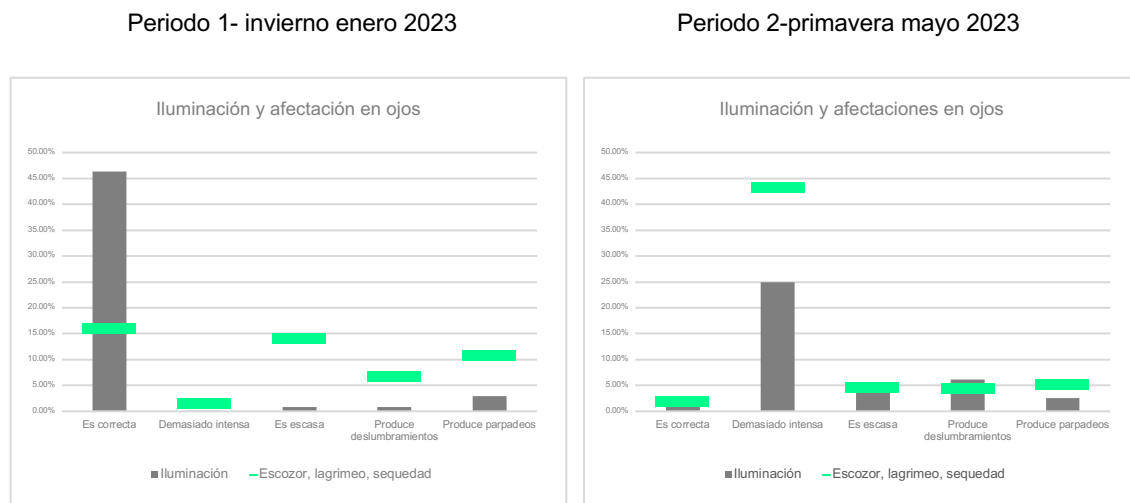
Las afectaciones en garganta están asociadas a las condiciones climáticas, tanto en invierno como en primavera, ambas variables se encuentran estadísticamente relacionadas, es decir, los síntomas en garganta están relacionadas con las condiciones de ventilación dentro de los talleres.

4.12. Análisis de resultados de la iluminación y afectaciones en los ojos-invierno y primavera

A continuación, se muestran los gráficos de la percepción de la iluminación y la percepción de las afectaciones en ojos en ambos periodos invierno y primavera.

Figura 31

Gráficos de la percepción de la iluminación y afectación en ojos periodo invierno y primavera



Fuente: Gráficos obtenidos del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1 y mayo 2023 periodo 2.

En la figura 31, se observa que para el periodo de invierno, la mayor parte de la población percibe que la iluminación es correcta, con afectaciones en ojos. Cuando se tienen problemas con la iluminación como: escasa, con deslumbramientos y parpadeos, los síntomas en ojos aumentan. Respecto al periodo primavera, la mayor parte de la población, dice que la iluminación es demasiado intensa, con un mayor incremento de síntomas en ojos (escozor, lagrimeo y sequedad), ya que en este periodo hay un exceso de luz principalmente por radiación solar directa, por ello manifiestan tener más afectaciones que en invierno.

4.12.1. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo invierno

Tabla 22. Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo invierno

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	271.061 ^a	4	.000	Nominal por Nominal	Phi	.607	.000
Razón de verosimilitud	302.596	4	.000		V de Cramer	.607	.000
Asociación lineal por lineal	200.456	1	.000		Coefficiente de contingencia	.519	.000
N de casos válidos	736			N de casos válidos		736	

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 6.38.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en enero 2023 periodo 1.

Los resultados de la tabla 22, demuestran que el valor estadístico 0,00 es menor al nivel de significancia 0,05, en donde las afectaciones en ojos, dependen de la intensidad lumínica percibida por los usuarios en el periodo de invierno, con un valor de 0,607 entre ambas variables.

4.12.2. Resultados de chi-cuadrada y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo primavera

Tabla 23

Pruebas de chi-cuadrada y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo primavera.

Pruebas de chi-cuadrado				Medidas simétricas			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)		Valor	Significación aproximada	
Chi-cuadrado de Pearson	9.009 ^a	4	.061	Nominal por Nominal	Phi	.162	.061
Razón de verosimilitud	8.872	4	.064		V de Cramer	.162	.061
Asociación lineal por lineal	1.534	1	.216		Coefficiente de contingencia	.160	.061
N de casos válidos	344			N de casos válidos		344	

a. 1 casillas (10.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4.85.

Fuente: Tabla obtenida del software IBM® SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) versión 26, con datos propios resultantes de la encuesta aplicada en mayo 2023 periodo 2.

En los resultados de la tabla 23, el valor estadístico 0,061, es mayor al nivel de significancia 0,05, por lo que no se encuentra relación entre ambas variables aceptando la hipótesis nula.

Conclusión capitular

El análisis inferencial realizado, permite identificar la relación entre variables, es decir, si están asociadas y la forma en la que lo están, permite obtener qué variables se encuentran asociadas entre sí. En cuanto a la variable “sensación térmica de Fanger”, cuando las personas manifiestan no encontrarse en la “zona de confort”, las afectaciones en ojos, nariz y garganta se ven incrementadas hacia la “zona de frío” durante el periodo de invierno y para primavera, en la “zona de calor”, lo que nos lleva a la conclusión de que la percepción de la sensación térmica está relacionada con las manifestaciones o alteraciones en la salud de los ocupantes. El ruido provocado por conversaciones y música externa se encuentra asociado con varios trastornos generales, principalmente “la dificultad de concentración” obtuvieron la calificación más alta en ambos periodos evaluados y “el dolor de cabeza”. Se observa que el ruido, es un factor que interviene en la falta de concentración dentro de los talleres, lo cual resulta de gran interés para generar acciones correctivas. Los problemas de “estancamiento” o “falta de ventilación natural” dentro de los talleres, está altamente relacionado con las afectaciones en ojos, nariz y garganta para el periodo de invierno, mientras que, para el periodo de primavera, solo está relacionada con el padecimiento de “afectaciones en garganta”. Finalmente, la percepción de la “iluminación”, se encuentra relacionada en el periodo de invierno con la variable “afectaciones en ojos”, en cambio, en el periodo primavera, no se encuentra relación entre ambas variables. Estos resultados contribuyen a la construcción del plan de acción de la fase 4, presentado en el siguiente capítulo.

Capítulo V

Plan de acción correctivo aplicando la metodología 5W+1H



Introducción capitular

Este capítulo corresponde a la etapa 4 del protocolo de actuación en espacios educativos, la cual consiste en la aplicación de las herramientas: lluvia de ideas, 5W+1H y el diagrama Ishikawa (espina de pescado o causa-efecto). Estas nos facilitan la solución de problemas para la determinación de la causa raíz en esta investigación que son parte del origen del SEE. Es importante considerar que han quedado implementados en la tabla denominada “plan de acciones correctivas”, en donde las actividades tendrán a un responsable de área para dar seguimiento oportuno al cierre de las mismas en un plazo determinado como: inmediato, en aquellos casos que las soluciones no necesitan inversión y que tienen que ver con acciones de conducta y cultura entre los usuarios, mediano plazo, en donde se requiera capacitación y actividades menores de mantenimiento y finalmente a largo plazo, en donde las actividades requieran un cambio en la infraestructura. Las actividades por realizar, dependen de una autorización de inversión y pueden ser modificaciones o adecuaciones dentro de la infraestructura de los talleres de diseño o alguna compra de equipos. Además, estas soluciones están basadas en el diagnóstico de los edificios, entrevistas a actores clave y la colaboración de los encargados de las áreas relacionadas a la infraestructura física de la FABUAP. También se recurren a casos de éxito en la literatura existente, análisis de protocolos y manuales propuestos en varias investigaciones como el caso de la Universidad Politécnica de Catalunya de Barcelona, España, que documenta las Normas Técnicas de Prevención relacionadas al SEE, como ejemplo de soluciones a problemas específicos.

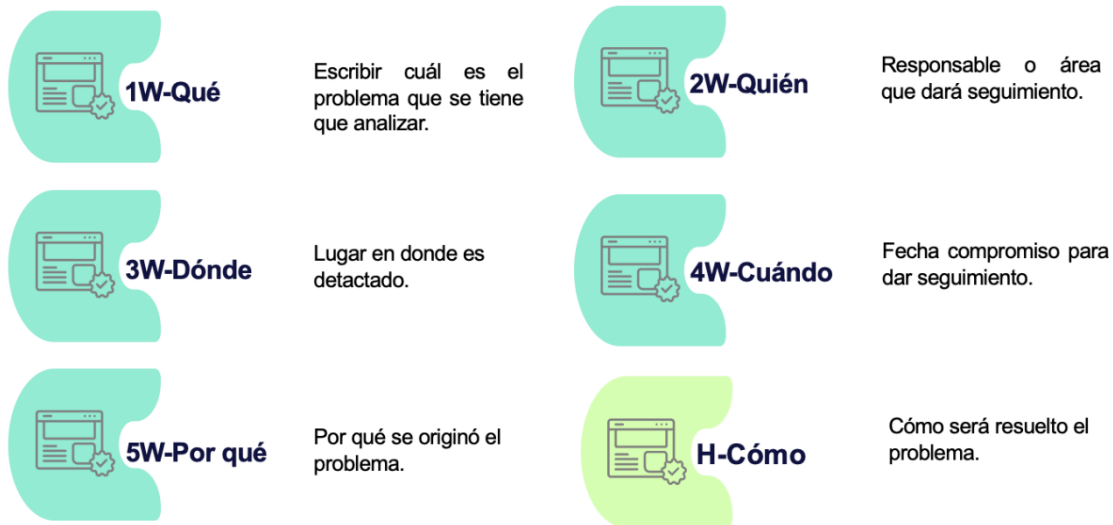
Antes de empezar con la aplicación del plan de acción correctivo, es importante conocer algunos conceptos que son de utilidad en la obtención de la causa raíz de los problemas detectados durante esta investigación, para mitigar los problemas físicos, químicos y biológicos que dan origen al SEE.

5.1. Método 5W+1H y 5 porqués

Es una herramienta que ayuda a resolver problemas, contestando cada uno de los elementos que la complementan: *what, who, where, when, why and how* (qué, quién, dónde, cuándo, por qué y cómo) (Figura 32). Normalmente cuando se llega a la pregunta por qué, se contesta 5 veces, con el objetivo de llegar más certeramente a la causa. Esta metodología es conocida también como sistema Kipling por el autor Rudyard Kipling quien la desarrolló con el objetivo de disminuir fallas y aumentar el rendimiento en las industrias manufactureras, pero también es aplicada en otras áreas para la solución de problemas (Safety, 2024).

Figura 32

Herramienta para la solución de problemas 5W+1H



Fuente: Elaboración propia a partir de información consultada en Safety Culture, 2024.

El equipo de trabajo que debe dar solución a estos problemas debe ser multidisciplinario, ya que los problemas no radican en una sola área, además es importante el involucramiento y compromiso de todo el equipo para dar solución de manera más oportuna y concreta. Las áreas que participan de la facultad de arquitectura son: dirección general, coordinación administrativa, mantenimiento y personal de limpieza. Resulta de gran utilidad que la FABUAP cuente con un programa de mantenimiento preventivo, ya sea mediante un software o solo en alguna tabla de excel, con el objetivo de dar prioridad a los mantenimientos que impacten sobre la salud de los ocupantes o que pongan en riesgo su integridad. A continuación, se describe de manera general cómo se lleva a cabo el procedimiento para dar solución a las fallas detectadas, las cuales están clasificadas en mantenimiento menor y mantenimiento mayor:

5.2. Mantenimiento menor

Para los trabajos que no impliquen una modificación en la infraestructura de instalaciones, la comunidad académica, al detectar alguna falla o mal funcionamiento, debe informar de inmediato a la coordinación administrativa, esta área notifica a su vez al área asignada ya sea mantenimiento, personal de limpieza, etc; para que se levante un reporte llamado Solicitud de Mantenimiento y Requisición de Materiales (SMRM), para posteriormente acudir a recursos financieros con el formato SMRM. Para atender el requerimiento, el departamento de finanzas dará el debido seguimiento a la requisición de los materiales en un plazo máximo de 15 días hábiles, que corresponde al proceso de revisión de cumplimiento técnico y económico de las cotizaciones solicitadas a diferentes proveedores (dando prioridad a los registrados en el padrón institucional). Recursos financieros entrega los materiales, herramientas, suministros y refacciones que se hayan solicitado al personal de mantenimiento. Los trabajos deben realizarse en un plazo máximo de 5 días hábiles, recuperando durante los mismos la evidencia fotográfica correspondiente, una vez que se concluya el trabajo de mantenimiento, se procede

a la integración del expediente documental en un plazo de 3 días hábiles quedando de la siguiente manera: 1) solicitud de mantenimiento y requisición de materiales, 2) reporte de mantenimiento por solicitud y 3) evidencia fotográfica de la solicitud.

5.3. Mantenimiento mayor

Para el caso de trabajos de mantenimiento mayor, en la BUAP existen direcciones y coordinaciones que atienden a todas las facultades cuando se trata de mantenimiento que requiera un cambio en la infraestructura. Los responsables son la Dirección de Infraestructura Educativa (DIE) y la Dirección de Apoyo y Seguridad Universitaria (DASU). Para la realización de estos mantenimientos se debe realizar una solicitud por parte de la dirección general en coordinación con la administración de la FABUAP. Es importante que la institución cuente con un programa de mantenimiento preventivo ya que es una de las mejores herramientas para prevenir los problemas que en este caso se detectaron, aunque muchas veces no se tienen los recursos suficientes para dar mantenimiento a los problemas que dan origen al SEE. Existen diferentes tipos de mantenimiento preventivo:

5.3.1. Mantenimiento programado

Se controla por medio de órdenes de trabajo y se resuelven antes de que sea un problema grave.

5.3.2. Mantenimiento no programado

Se producen fuera de los programas de mantenimiento programado, reparaciones que no puedan llevarse a cabo durante el periodo de inspección. Cuando la reparación se completa, la información de la reparación, incluyendo qué se ha hecho, qué ha causado el problema y el tiempo que ha llevado la reparación, se introducen en el sistema de información del mantenimiento preventivo (CERpIE, Síndrome del Edificio Enfermo, 2020).

Como protocolo de acción a estos problemas, se debe contar con un plan que contemple un procedimiento, frecuencia y plan maestro de limpieza en donde también se considere que el personal que realice estas actividades ya sea personal de mantenimiento o de limpieza, cuente con la capacitación para la realización correcta de dichas actividades.

El personal debe tener capacitación referente al uso de químicos, hojas de seguridad, compatibilidad y manejo adecuado de estas sustancias, así como el uso de equipo de protección personal. También deben conocer los principios de limpieza para mantener a los edificios o talleres de diseño libres de contaminación exterior, como polvo u algunos otros contaminantes. Es importante que se limpie el exterior del edificio, especialmente los accesos, se recomienda el uso de tapetes con la finalidad de atrapar polvo del exterior, se deben hacer recorridos de todas las áreas, limpieza constante y profunda de todas las zonas de difícil acceso como: techos, detrás de puertas, en donde se presenta mayor acumulación de polvo, restringir o prohibir fumar dentro de los talleres, evitar el uso de aerosoles.

Para el caso de control de manejo adecuado de químicos, se recomienda: exigir a los proveedores de químicos de limpieza y de mantenimiento la información antes mencionada y que es requerida como medidas de seguridad. Es importante contar con certificados de calidad y hojas de datos de seguridad de los materiales (MDS), estos documentos contienen los peligros potenciales y efectos sobre la salud de quienes manipulan estas sustancias, además debe contener información relacionada sobre el manejo adecuado como uso, almacenamiento, manipulación y acciones inmediatas en caso de emergencia, es decir, información más a detalle de lo que solo contiene el etiquetado. Se recomienda reducir el uso de compuestos orgánicos volátiles para limpiar los polvos ya que muchas veces se usan químicos de limpieza en forma de aerosoles, los cuales contaminan los ambientes cerrados y más si carecen de ventilación natural. Se recomienda el uso de productos con un potencial de iones hidronio (pH) entre 5 y 9, minimizando el uso del amoniaco, cloro y ácidos volátiles, y otros químicos que sean corrosivos o reactivos con otros

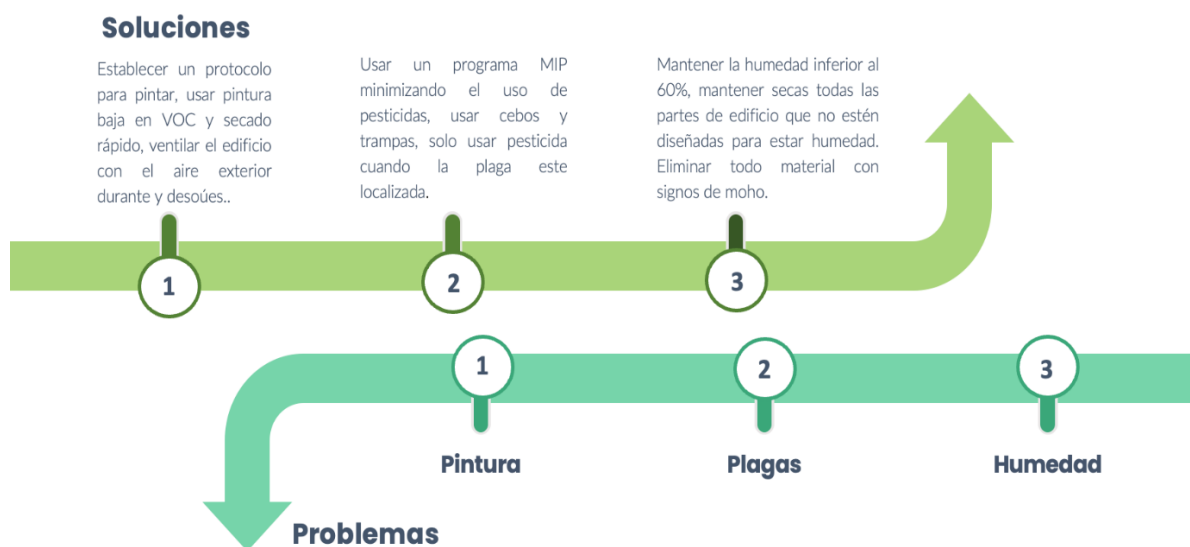
químicos, es decir, la compatibilidad adecuada entre ellos para evitar reacciones adversas como riesgo de explosión (CERpIE, Síndrome del Edificio Enfermo, 2020).

5.6. Problemas detectados durante la investigación

El manual de la Universidad Politécnica de Catalunya de Barcelona documenta algunos ejemplos para dar solución de forma práctica (Figura 33). Cuando se tenga un problema de pintura recomiendan establecer un procedimiento, la pintura debe ser baja en compuestos orgánicos volátiles de secado rápido, tomar acciones inmediatas para ventilar bien el edificio durante y después de haber sido pintado. Si hay presencia de plagas, se debe contar con un Manejo Integrado de Plagas (MIP), usar lo mínimo de pesticidas y trampas para roedores con el fin de controlar la actividad de insectos y roedores y cuando haya problemas de humedad se debe establecer un protocolo de medición para controlar la humedad, esta no debe ser superior al 60% para evitar la proliferación de hongos, levaduras y esporas en el ambiente.

Figura 33

Soluciones a problemas de pintura, plagas y humedad



Nota: Elaboración propia a partir del manual CERpIE.

Durante esta investigación, se detectaron problemas como: exceso de humedad, consumo de alimentos, condiciones inadecuadas de iluminación, ruido, ventilación y problemas ergonómicos. Algunos están relacionados con la infraestructura, falta de mantenimiento, orden y limpieza, acciones inmediatas por los usuarios que tienen que ver con el comportamiento

Figura 34

Exceso de humedad dentro de los talleres



Fuente: Ma. Luisa Zavala, mayo 2023.

En la figura 34 se observan problemas de humedad, desprendimiento de pintura, acumulación de polvo en algunas superficies por falta de limpieza (en lugares poco accesibles), mosquiteros rotos en las ventanas, así como consumo de alimentos dentro de estos espacios, el cual también es responsable de que se genere discomfort entre los usuarios y contribuya la aparición del SEE.

Figura 35

Consumo de alimentos



El consumo de alimentos, genera ambientes de discomfort, además de que muchas veces es combinado con otros compuestos aromáticos, dando lugar a dolores de cabeza, alterando y generando distracción y falta de concentración. En temporadas de calor y la falta de ventilación natural, genera malestar por la descomposición de residuos orgánicos por alimentos desechados dentro de los

talleres.

Fuente: Ma. Luisa Zavala, mayo 2023

Por lo que es recomendable generar una política o ayudas visuales que enfatizan la prohibición del consumo de alimentos dentro de los talleres. Por otra parte, sería conveniente mejorar el diseño arquitectónico para que las aulas tengan una adecuada ventilación natural mitigando así la sensación de calor al interior.

Figura 36

Condiciones inadecuadas de iluminación



Fuente: Ma. Luisa Zavala, mayo 2023

En la figura 36 se observa que los rayos del sol penetran directo al interior del edificio ocasionando molestias en algunos usuarios. Se recomienda que en estos casos como acción inmediata se apague la luz artificial que no es necesaria y que además genera un costo energético y evaluar si es necesario la colocación de persianas o algún sistema que ayude a mitigar la penetración de los rayos del sol directamente a los ocupantes, considerando un adecuado sistema de protección contra la radiación directa ya que anteriormente había cortinas, pero estas también resultaron ser un foco de contaminación biológica por acumulación de polvo.

Figura 37

Exceso de ruido



Fuente: Ma. Luisa Zavala, enero 2023.

Los resultados de las encuestas arrojan que los usuarios perciben ruido principalmente por conversaciones y ruido del exterior. También las mediciones realizadas en cada taller presentan resultados >50 decibeles, fuera de lo establecido por las normas. Esta contaminación física también es una de las principales causas de distracción durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, es importante mencionar que la función de estos espacios es la interacción entre alumnos y maestros como parte fundamental del trabajo en estos talleres.

Figura 38

Falta de ventilación natural



Los talleres, carecen de ventilación natural suficiente. Durante el estudio, se tomaron algunas mediciones, no obstante, no se reportaron debido a que solo se tomaron muestras del periodo primavera. En la figura 38, se observa que la ventana no abre por completo, por lo que es importante ampliarla para incrementar el ingreso de aire.

Fuente: Ma. Luisa Zavala, mayo 2023

Figura 39

Problemas ergonómicos



La figura 39 muestra los bancos que usan los usuarios. Esos bancos no tienen respaldo, son pesados y duros. En los resultados de las encuestas los alumnos refieren sentir dolor de espalda por estar mucho tiempo sentados en ellos.

Fuente: Ma. Luisa Zavala, enero 2023.

5.7. Plan de acción diagrama Ishikawa y 5W+1H

A continuación, se presenta el plan de acción correctivo, realizado por el equipo multidisciplinario, partiendo del análisis causa-efecto (diagrama Ishikawa) para cada hallazgo detectado.

5.7.1. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Desprendimiento de pintura

Figura 40

Isikawa- desprendimiento de pintura



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La figura 40 muestra el problema del desprendimiento de pintura en paredes y las posibles causas, las cuales se encuentran clasificadas en: materiales, maquinaria, mano de obra, método y medio ambiente. Las causas que destacan son: la presencia de humedad, falta de capacitación y carencia de procedimientos para realizar correctamente la actividad, es necesario tener instructivos de trabajo, en donde se detallen los pasos a seguir y no pintar sobre otras pinturas como se aprecia en la figura 33. Pero principalmente se debe corregir la causa de la humedad que proviene del techo, la cual se va acumulando y con el tiempo hace que la pintura se bote.

5.7.2. 5W+1H. Desprendimiento de pintura al interior de los talleres

Tabla 24

Desprendimiento de pintura en paredes al interior de los talleres

Desprendimiento de pintura en paredes			
5W+1H. Descripción del problema	Problemas físicos. Desprendimiento de pintura en paredes,	Where? ¿Dónde?	En el edificio 8 de la FABUAP.
What? ¿Qué?	Se detecta un problema de desprendimiento de pintura es solo en una pared de 2 talleres de diseño de la FABUAP, se aprecia que solo se va recubriendo con pintura ya que muestra varias capas con las diferentes tonalidades, se observa presencia de humedad	When? ¿Cuándo?	El problema es detectado en enero del 2023 y hasta la fecha sigue sin resolver, sin embargo, no se sabe con certeza desde cuando está el problema
Who? ¿Quién?	La infraestructura interna de las paredes de los talleres.	How? ¿Cómo?	La humedad que se acumula en el techo genera escurrimiento por paredes ocasionando desprendimiento de pintura, además no se tiene un protocolo para pintar correctamente ya que físicamente se ven varias capas de pintura. Esto además de afectaciones en infraestructura puede generar daños químicos al ambiente y biológicos por acumulación de humedad entre las capas de pintura generando hongos y esporas al ambiente al ser respiradas afectar el sistema respiratorio.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Difundir a las entidades como DASU y DIE las afectaciones que puede causar en la infraestructura de los edificios, además erradicar la causa raíz cada vez que realizan la impermeabilización y los daños que puede causar en alumnos y maestros la emisión de estos contaminantes químicos y físicos como partículas extrañas en los ojos al ser desprendidos de la pared, realizar inspección para determinar la frecuencia y el mantenimiento adecuado.		
Plazo	corto plazo (3 meses)	Responsable	Dirección General FABUAP/Coordinación Administrativa FABUAP/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

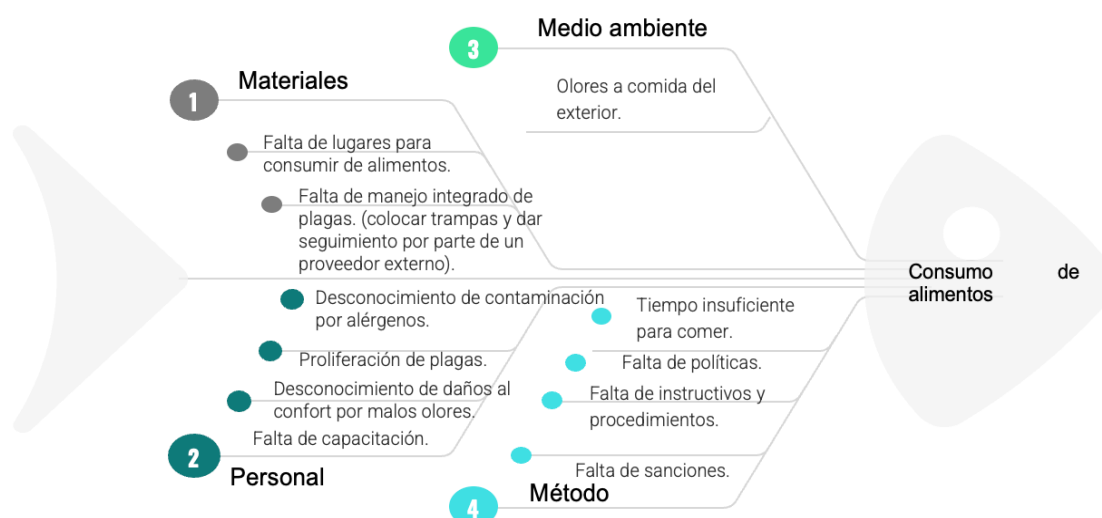
La tabla 24 corresponde al plan de acción por desprendimiento de pintura en paredes. Se determina que este problema afecta principalmente la infraestructura de los talleres, generando una posible contaminación de tipo biológica por la aparición de esporas, la cual puede afectar la salud de los ocupantes ocasionando daños en vías respiratorias. Además no resulta fácil darle solución de manera inmediata, ya que se tienen que seguir lineamientos de autorización para corregirlo y como punto importante no se está atacando de causa raíz el problema, ya que

existe acumulación de humedad en el techo que escurre por las paredes. Se deja una fecha compromiso para dar seguimiento en colaboración con las áreas responsables. Es importante que el área de mantenimiento preventivo determine la frecuencia de esta intervención como medida preventiva, así como dar capacitación al personal que realiza dicha actividad incluyendo la generación de instructivos de trabajo documentados en un procedimiento.

5.7.3. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Consumo de alimentos

Figura 41

Ishikawa- consumo de alimentos



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La figura 41, evidencia las posibles causas que originan el efecto o problema del consumo de alimentos dentro de los talleres, principalmente agrupados en el método inadecuado debido a la falta de sanciones para quienes consuman alimentos, sin embargo, no hay procedimientos e instructivos que indiquen cuáles son los lineamientos e impactos que deben cumplirse ya que estos ocasionan problemas de incomodidad por olores desagradables, pueden generar proliferación de plagas y daños a personas vulnerables (presentan alergia a ciertos alimentos como: alteraciones oculares, lagrimeo, picor, fotofobia, irritación, mareo, vómito, congestión nasal, dificultad para respirar, dolor abdominal, diarrea, náuseas,

hinchazón, mareos, desmayos, anafilaxia). El mayor riesgo es la anafilaxia ya que si no se trata de inmediato, se hinchan las vías respiratorias y la persona deja de respirar, lo cual pone en peligro su vida. Por ello, es importante notificar a todos de estas afectaciones que se encuentran presentes en los alimentos (Torre, 2005). También el consumir alimentos dentro de clases puede contribuir a la proliferación de plagas, generando otro tipo de afectaciones a la salud y el entorno en estos espacios interiores.

5.7.4. 5W+1H. Consumo de alimentos

Tabla 25

Consumo de alimentos.

Consumo de alimentos			
5W+1H. Descripción del problema	Consumo de alimentos en áreas no permitidas como salones.	Where? ¿Dónde?	Edificios ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 de la FABUAP
What? ¿Qué?	Contaminación química por alérgenos, olores desagradables y generación de plagas por consumir alimentos dentro de los talleres.	When? ¿Cuándo?	Durante los recorridos se encontró evidencia de que los alumnos consumen alimentos durante las clases.
Who? ¿Quién?	Alumnos y maestros	How? ¿Cómo?	El consumo de alimentos genera discomfort hacia los demás compañeros ocasionando malestares como: dolor de cabeza, vómito, dolor estomacal ocasionando distracción y falta de concentración en la enseñanza y el aprendizaje. Al encontrar restos de comida puede haber proliferación de plagas, además si se encuentran personas vulnerables a ciertos alérgenos puede haber un choque anafiláctico y en casos severos causar la muerte.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Se recomienda capacitar a todo el personal para generar concientización en los daños que ocasiona consumir alimentos dentro de los talleres. Enriquecer los lineamientos de código de ética y conducta de la BUAP y hacer una difusión sobre los alérgenos presentes en los alimentos, sería importante documentar a todas las personas que padecen ciertas alergias para tener un control. Es importante que la FABUAP cuente con personal externo sobre el manejo adecuado de plagas para dar seguimiento oportuno evitando infestaciones por actividad de plagas.		
Plazo	Mediano (6 meses)	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

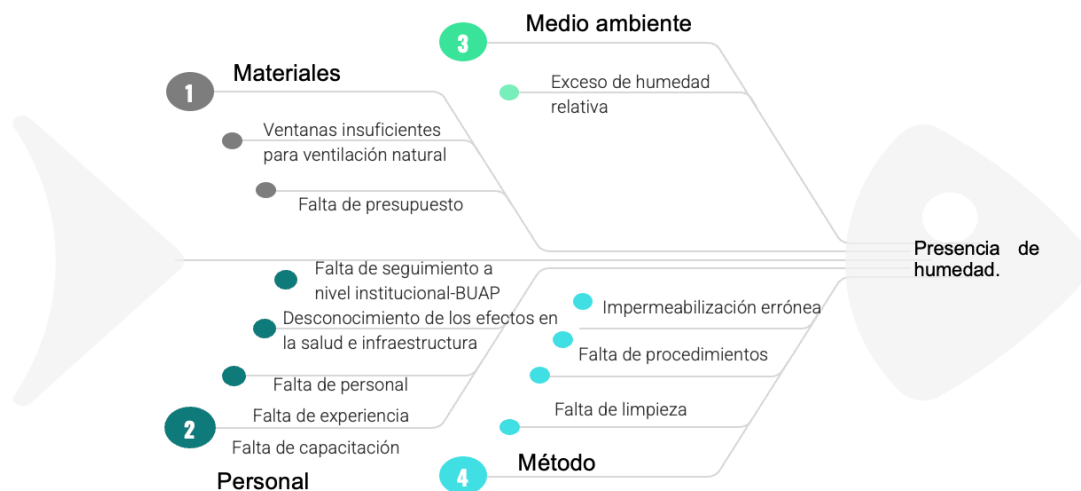
Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La tabla 25 contiene las acciones correctivas para realizarse a mediano plazo, en donde se propone realizar una capacitación a todo el personal docente, administrativo y alumnos para evitar consumir alimentos dentro de los talleres, la cual si no se prohíbe, ocasiona daños a la salud y el confort interno de los usuarios. Además, se propone dar a conocer que existen alérgenos y plagas, las cuales se pueden generar por restos de comida, así como tener identificado al personal que padece alergias contenidas en los alimentos.

5.7.5. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Presencia de humedad en paredes

Figura 42

Ishikawa- presencia de humedad



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La figura 42, muestra el efecto o problema de presencia de humedad que va relacionado con el desprendimiento de pintura. Las posibles causas se encuentran clasificadas en el apartado materiales, las cuales son ventilación insuficiente, no fluye la ventilación natural y por ende hay acumulación de humedad, si se tiene una humedad relativa > 80% genera discomfort térmico entre los usuarios. Respecto al método puede haber falta de limpieza o carencia de frecuencias establecidas para

cada limpieza y falta de procedimientos y en mano de obra la falta de capacitación y falta de personal para realizar esa actividad.

5.7.6. 5W+1H. Presencia de humedad en paredes

Tabla 26

Presencia de humedad en paredes

Presencia de humedad			
5W+1H. Descripción del problema	Presencia de humedad en esquinas de techo y paredes.	Where? ¿Dónde?	En el edificio 8 de la FABUAP.
What? ¿Qué?	Se detecta un problema de desprendimiento de pintura es solo en una pared de 2 talleres de diseño de la FABUAP, se aprecia que solo se va recubriendo con pintura ya que muestra varias capas con las diferentes tonalidades, se observa presencia de humedad	When? ¿Cuándo?	El problema es detectado en enero del 2023 y hasta la fecha sigue sin resolver
Who? ¿Quién?	Este problema le afecta a la infraestructura del edificio y a los usuarios que son alumnos y maestros, ocurre en otro de los talleres, no es causa de un mal comportamiento, es frecuente que ocurra. Este tipo de mantenimiento en alturas pertenece a un mantenimiento mayor que autoriza la Dirección de Infraestructura Educativa (DIE) No se le da importancia a las afectaciones que puede causar en usuarios o por desconocimiento de los impactos, la presencia de humedad ocasiona que haya desprendimiento de pintura o acabados en paredes.	How? ¿Cómo?	Existen anomalías en techumbre lo que hace que el agua se acumule y baje por la pared del edificio la cual va generando esta humedad, solo se impermeabiliza el techo y no solucionando el problema de raíz que evite esta acumulación de agua. Además, ocasiona daños en la infraestructura y a la salud de los ocupantes, la pintura es un problema físico que puede contaminar el ambiente por la emisión de daños, la presencia de humedad puede generar contaminantes por microorganismos presentes en el aire interior
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Solucionar el problema de raíz de la acumulación de agua que originan estos problemas en la pared de los edificios ajustando las bajadas de agua pluvial para que no filtre por paredes gestionando con DIE y determinar frecuencia de este mantenimiento, así mismo, establecer un instructivo de trabajo para el correcto pintado en los talleres que evite la acumulación de varias pinturas. Sensibilizar a las entidades responsables de los impactos que pueden tener en la salud de las personas, así como los daños en infraestructura.		
Plazo	Largo (12 meses).	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

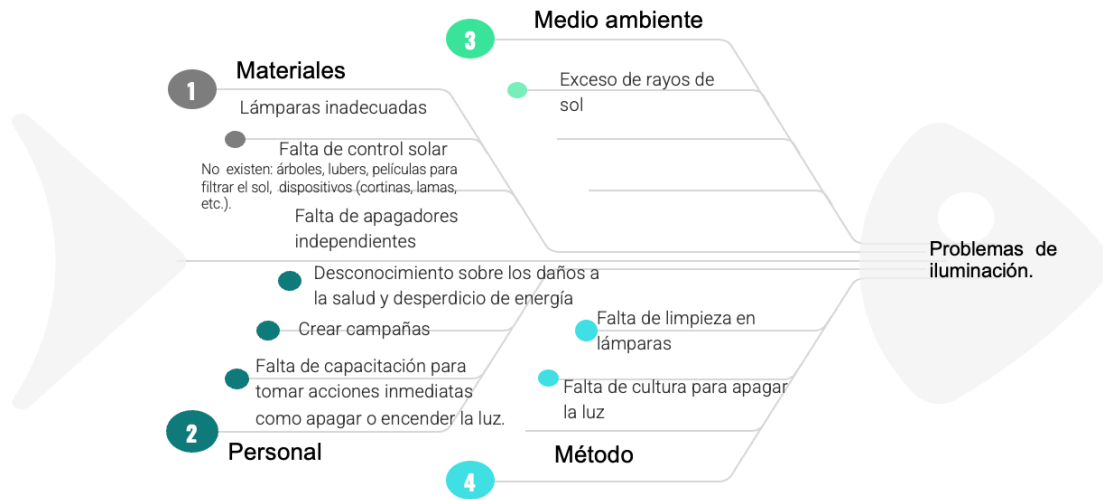
La tabla 26, contiene la descripción de las afectaciones y acciones correctivas que es hacer una difusión con las áreas que realizan esta actividad a nivel institución BUAP, para crear conciencia de los daños a la infraestructura y a la salud de los usuarios. Se establece una fecha compromiso con las áreas correspondientes que

forman parte de la FABUAP. 5.7.7. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Problemas de iluminación.

5.7.7. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Problemas de iluminación

Figura 43

Ishikawa- problemas de iluminación



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

El diagrama de Ishikawa (figura 43) tiene el efecto producido por la iluminación inadecuada con las posibles causas que lo originan como: lámparas inadecuadas, afectación por la penetración de los rayos del sol, falta de cultura para apagar la luz en caso de ser necesario, falta de persianas en ventanas, falta de apagadores independientes por áreas y crear difusión o campañas para el uso correcto de la misma.

5.7.8. 5W+1H. Problemas de iluminación

Tabla 27

Problemas de iluminación

Problemas de iluminación			
5W+1H. Descripción del problema	Problemas con la calidad del ambiente interior. Exceso de iluminación,	Where? ¿Dónde?	Edificios ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 de la FABUAP
What? ¿Qué?	Los resultados de encuestas y mediciones arrojan resultados fuera de los parámetros >500 luxes.	When? ¿Cuándo?	Se detectó en los resultados obtenidos de las encuestas en enero 2023 y mayo 2023.
Who? ¿Quién?	Alumnos y maestros	How? ¿Cómo?	Se tiene la evidencia de que además los rayos del sol penetran a través del cristal por lo que colocan papel para evitar molestias, además no se tiene la educación de apagar la luz artificial cuando no es necesaria, se encontraron salones con la luz prendida sin ser ocupados.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Tener apagadores independientes por secciones o por lámparas, con esto se tendrá un ahorro energético además de generar un adecuado confort sobre todo en las zonas que están cerca de las ventanas, colocar persianas para aquellas zonas en las que los rayos del sol penetran directo generando daños o molestias en los usuarios.		
Plazo	Largo (12 meses). Considerar el presupuesto.	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La tabla 27, contiene las acciones preventivas que tienen que ver con acciones inmediatas de conducta de cada usuario como apagar o encender la luz, pero también incluye acciones que dependen de la autorización de los directivos como: la colocación de persianas en ventanas que lo requieren, ya que como acción para mitigarlo los usuarios han colocado pedazos de papel para tapar la luz natural que entra por las ventanas y como sugerencia o recomendación colocar apagadores independientes, estos ayudarán a controlar las intensidades de luz en ciertas zonas

que no son requeridas ya que las mediciones arrojan resultados mayores a 500 luxes y por otra parte generar un ahorro al disminuir el uso completo de todas las lámparas.

5.7.9. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Exceso de ruido

Figura 44

Ruido excesivo



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

Las posibles causas del exceso de ruido dentro de los talleres de la FABUAP son: falta de hermeticidad en las paredes, puertas y ventanas abiertas, falta de capacitación durante la inducción para que los alumnos que se encuentran fuera del salón guarden silencio y hacer énfasis en las afectaciones que el ruido ocasiona cuando se escucha música con auriculares a todo volumen.

5.7.10. 5W+1H. Exceso de ruido

Tabla 28

Ruido excesivo

Ruido excesivo			
5W+1H. Descripción del problema	Problemas con la calidad del ambiente interior, ruido	Where? ¿Dónde?	Edificios ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 de la FABUAP
What? ¿Qué?	Los resultados de las mediciones arrojan resultados fuera de los parámetros >500 decibeles. La percepción de los usuarios describe ruido al interior de los talleres.	When? ¿Cuándo?	Se detectó en los resultados obtenidos de las encuestas en enero 2023 y mayo 2023.
Who? ¿Quién?	Alumnos y maestros	How? ¿Cómo?	Al mantener puertas y ventanas abiertas, el ruido del exterior entra provocando distracción entre los usuarios. Cabe señalar que las clases en estos talleres es interactivo por lo que es normal que también exista ruido proveniente de las mismas conversaciones entre alumnos y maestros.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Por el momento, las ventanas y puertas en la mayoría de los casos deben estar abiertas por las medidas preventivas para disminuir las concentraciones de CO ₂ . Sin embargo, se debe incluir en una difusión que el exceso de ruido provoca daños a la salud y distracción en la enseñanza y el aprendizaje tal es el caso de uso excesivo de auriculares con música a gran volumen, de esta manera crear conciencia.		
Plazo	Corto (3 meses).	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

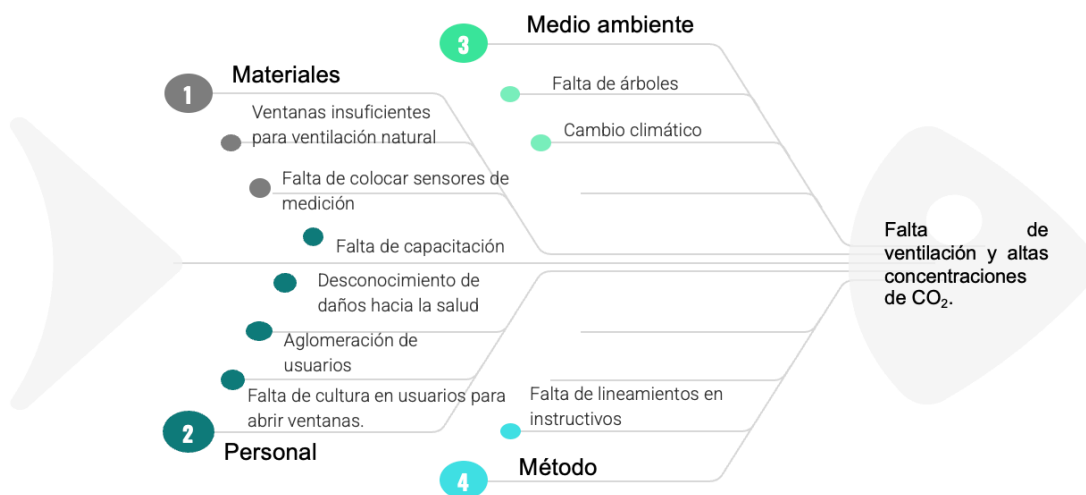
El problema del ruido es muy común dentro de los talleres; la tabla 28 contempla que al tener puertas y ventanas abiertas es más fácil que el ruido del exterior intervenga en el ambiente interior, aunado a que los alumnos durante las clases también interactúan verbalmente entre ellos, haciendo mayor esta contaminación acústica. Dentro de las acciones que se deben llevar a cabo se encuentran: realizar actividades de difusión o plática sobre los daños que el ruido excesivo provoca en la salud, principalmente en el sistema auditivo, el cual provoca distracción y alteración en la enseñanza y el aprendizaje del profesor y alumno, además generar una política que contemple guardar silencio en zonas como pasillos y cercanas a

las aulas o talleres donde se imparten clase, no se puede mantener puertas y ventanas cerradas ya que ocasiona incremento de las concentraciones de CO₂ y estancamiento de aire, pero sí respetar los reglamentos.

5.7.11. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Falta de ventilación y altas concentraciones de CO₂

Figura 45

Falta de ventilación y altas concentraciones de CO₂



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

El problema de la falta de ventilación y las altas concentraciones de CO₂, se debe principalmente a que no hay ventanas suficientes para la entrada de aire, solo se abre una pequeña parte por lo que es importante realizar una modificación en la abertura. Otras causas como: aglomeración entre los usuarios, falta de cultura en abrir ventanas, falta de procedimientos que incluyan los lineamientos como acciones inmediatas y finalmente el medio ambiente, dentro de los cuales se tiene considerada como una causa la falta de árboles y el cambio climático que también tiene un impacto.

5.7.12. 5W+1H. Falta de ventilación y altas concentraciones de CO₂

Tabla 29

Falta de ventilación y altas concentraciones de CO₂.

Falta de ventilación y altas concentraciones de CO ₂ .			
5W+1H. Descripción del problema	Problemas con la falta de ventilación natural y concentración de CO ₂ .	Where? ¿Dónde?	Edificios ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 de la FABUAP
What? ¿Qué?	Las encuestas arrojan que los usuarios tienen problemas con la falta de ventilación natural, los resultados indican concentraciones altas de CO ₂ .	When? ¿Cuándo?	Se detectó en los resultados obtenidos de las encuestas en enero 2023 y mayo 2023.
Who? ¿Quién?	Alumnos y maestros	How? ¿Cómo?	Generar campañas de acciones que tengan que ver con actitud de los usuarios, como abrir ventanas, hidratarse, usar ropa ligera dentro de estos espacios para tener un adecuado confort térmico. Evitar aglomeraciones.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Se recomienda modificar la abertura de las ventanas para que sea mayor el flujo de aire.		
Plazo	Largo (12 meses). Considerar el presupuesto.	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

Esta actividad se considera como un mantenimiento mayor ya que depende de varias autorizaciones, de un presupuesto asignado para ampliar la abertura de las ventanas y de la obra de albañilería y acabados. Es importante que se efectúe ya que dentro de los talleres no se tiene una entrada suficiente de aire natural y este es el principal factor que da origen al SEE de acuerdo a las investigaciones realizadas sobre este padecimiento (Weng J. Z., 2022), también se detecta en esta investigación que el 12.2% de la población evaluada, dice que las “ventanas no se abren” existe desconocimiento sobre todo en los alumnos de primero y segundo semestre, se observa que durante los recorridos en el periodo de primavera se percibía mucho calor al interior y varias ventanas se encontraban cerradas, muchas acciones están al alcance de los usuarios como el simple hecho de abrir las

ventanas, pero no lo hacen. Dentro del plan se documenta como acción preventiva, generar campañas en donde se haga énfasis en la actitud de los propios usuarios, evitar aglomeraciones, usar ropa ligera e hidratarse para mantener un confort adecuado dentro de estos talleres.

5.7.13. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Problemas ergonómicos

Figura 46

Problemas ergonómicos



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

Las posibles causas de los problemas ergonómicos se describen en la figura 46, principalmente los utilizan de 2 hasta 32 horas a la semana, ocasionando dolor de espalda como lo manifestaron en las respuestas de los cuestionarios aplicados, en cuanto a las medidas preventivas, se recomienda que al pasar más de una hora sentados se paren o caminen mínimo 5 minutos y que esta actividad quede documentada dentro del instructivo como mejora en la actividad física y mayor rendimiento para disminuir estos problemas ergonómicos.

5.7.14. 5W+1H. Problemas ergonómicos

Tabla 30

Problemas ergonómicos

Problemas ergonómicos			
5W+1H. Descripción del problema	Problemas ergonómicos. Problemas con la falta de respaldo en bancos, demasiado pesados para el personal de limpieza que tiene que cargarlos y colocarlos en mesas de trabajo.	Where? ¿Dónde?	Edificios ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 de la FABUAP
What? ¿Qué?	Las respuestas de los usuarios en el cuestionario refieren que tienen problemas de espalda debido a que los bancos de los talleres no tienen respaldo y al pasar largas horas provocan estos problemas ergonómicos que pueden impactar en la enseñanza-aprendizaje por cansancio o agotamiento.	When? ¿Cuándo?	Se detectó en los resultados obtenidos de las encuestas en enero 2023 y mayo 2023, sin embargo, estos bancos se compraron hace muchos años.
Who? ¿Quién?	Alumnos y maestros	How? ¿Cómo?	Estos talleres son utilizados por la carrera de arquitectura, diseño gráfico y diseño ambiental, los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas arrojan que mínimo pasan entre 2 y 32 horas por semana, tiempo suficiente para tener afectaciones en espalda por falta de respaldo.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Considerar a futuro las compras de este inmueble con respaldo y ruedas que ayuden a que el personal de limpieza no los cargue ya que están pesados o que sean de un material ligero.		
Plazo	A partir de próximas compras.	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

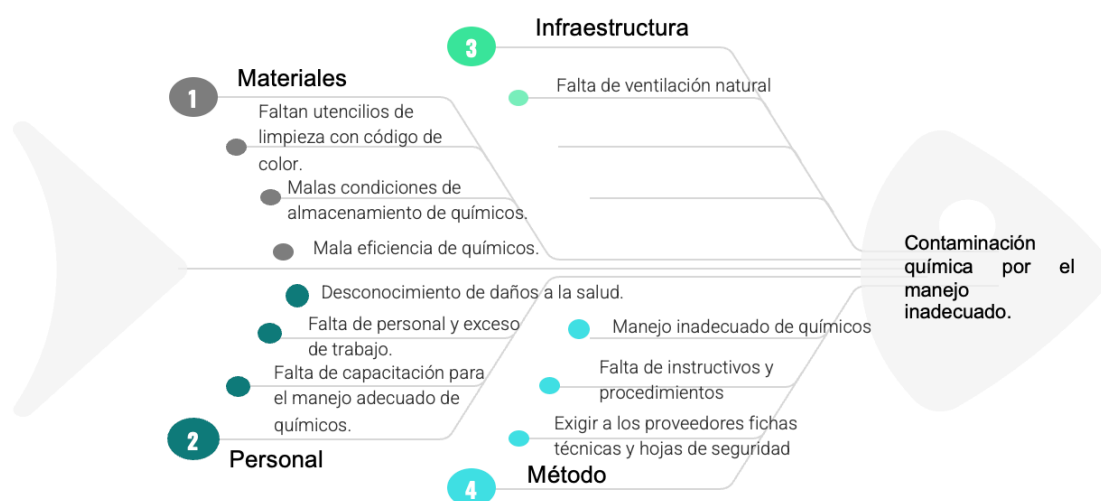
Este plan contiene las acciones para mitigar los problemas ergonómicos de espalda ocasionados por los bancos. Estos talleres, al tener una alta demanda por las carreras de arquitectura, diseño gráfico y diseño ambiental, es recomendable que para futuras compras se contemple la adquisición de muebles que se adapten a las condiciones fisiológicas de los ocupantes. Además, los bancos son muy pesados y cuando el personal de limpieza realiza sus funciones los tienen que levantar y colocar en las mesas de trabajo, lo cual resulta tedioso y molesto, esto también

puede generar una lesión al momento de levantarlos. Como acción inmediata, se recomienda colocarles ruedas para evitar cargarlos, con una previa evaluación que mida los riesgos asociados y cuidando la protección de la salud del personal que es lo primordial.

5.7.15. Diagrama causa-efecto (Ishikawa). Control de químicos

Figura 47

Contaminación de químicos de limpieza por el manejo inadecuado



Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La figura 47 muestra el manejo inadecuado de químicos, este es un tema que debería preocuparnos a todos, ya que es muy importante que el personal que hace uso de ellos o tiene contacto directo, corre el riesgo de afectaciones a la salud y daños al ambiente. Los riesgos pueden ser de inflamabilidad, reactividad y riesgos específicos (radioactivo, riesgo biológico e incompatibilidad). Por otra parte, el personal de limpieza debe estar informado que no debe usar cualquier químico dentro de los talleres, tal es el caso de los ambientadores, ya que estos ocasionan daños al inhalarlos y el olor puede provocar afectaciones como dolor de cabeza al ser combinado con otros olores desagradables presentes en el lugar.

5.7.16. 5W+1H. Control de químicos

Tabla 31

Control de químicos de limpieza

Control de químicos			
5W+1H. Descripción del problema	Contaminación directa por el manejo inadecuado de químicos y contaminación en ambientes cerrados de altos niveles de CO2. al existir falta de ventilación natural.	Where? ¿Dónde?	Edificios ARQ-7, ARQ-8, ARQ-9 y ARQ-10 de la FABUAP
What? ¿Qué?	Contaminación directa por el manejo inadecuado de químicos y contaminación en ambientes cerrados.	When? ¿Cuándo?	Al usar químicos de limpieza dentro de los talleres por mala combinación de químicos y uso de aerosoles.
Who? ¿Quién?	Alumnos y maestros	How? ¿Cómo?	Compatibilidad inadecuada de químicos puede provocar afectaciones a quien hace uso de ellos como quemaduras, afectaciones en ojos, los aerosoles también causan daños al ser inhalados por los usuarios, puede haber una contaminación cruzada a través de los equipos de limpieza, por ejemplo, un trapeador no puede tener el mismo uso en un sanitario que en el mismo taller.
Acciones preventivas y correctivas para erradicar el problema	Se recomienda capacitar a todo el equipo que realiza la limpieza en temas de manejo adecuado de químicos, asignar un código de colores a los utensilios de limpieza, por ejemplo, rojo para sanitarios, azul para talleres, blanco para oficinas, verde para exteriores o jardinería, de esta forma el personal de limpieza evita una contaminación cruzada y se tiene mayor control. Gestionar con el área de compras que todos los químicos deben contar con una hoja de seguridad (MDS), los usuarios deben portar equipo de protección personal (EPP) a corde a cada químico utilizado además cada químico debe portar su rombo de seguridad y por último el almacén de químicos debe estar organizado de acuerdo con la compatibilidad para evitar accidentes ya que muchos son corrosivos, inflamables, etc; contando con sus diques de contención.		
Plazo	Largo plazo (12 meses).	Responsable	Dirección General/Coordinación Administrativa/DIE/DASU

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del equipo multidisciplinario, 2024.

La tabla 31 muestra las acciones que se deben llevar a cabo respecto al manejo inadecuado de químicos. Las sustancias que se utilizan para limpiar no cuentan con un rombo de seguridad, ni ficha técnica en la cual vienen los equipos de protección personal que deben usarse e instrucciones de uso y almacenamiento adecuado (compatibilidad agrupada y con diques de contención antiderrames). Falta establecer un procedimiento que documente la frecuencia de limpieza de cada taller y desinfección (actividad derivada de la pandemia). Se recomienda que la compra de químicos sea con un proveedor aprobado ya que si por ejemplo se compra un

detergente para limpieza de manos y el principio activo no elimina las bacterias “de nada sirve” por lo que es importante realizar una validación (solicitar un certificado con análisis microbiológico que garantice su eficacia). No se lleva un código de colores, el personal puede usar un trapo en el baño y generar una contaminación cruzada al usar ese mismo trapo en un escritorio, los maestros al llegar y tocar se contaminarían y se pudiera generar daños, esto puede ocurrir por desconocimiento o falta de capacitación convirtiéndose en una contaminación biológica por ello es de suma importancia darles seguimiento oportuno a estas recomendaciones.

Conclusión capitular

En este último capítulo, se concluye que la base fundamental para ejecutar de manera oportuna los seguimientos por parte del área de mantenimiento es que cuente con un adecuado programa que incluya de manera preventiva los mantenimientos programados clasificados en función de prioridades o que tengan que ver con impactos principalmente en el resguardo de la seguridad, salud e infraestructura. Los hallazgos de exceso de humedad, consumo de alimentos dentro de los talleres, condiciones de iluminación, ruido, ventilación, ergonomía y manejo de químicos quedan documentados en el plan de acción, con fecha de seguimiento, responsables y acciones que se deberán llevar a cabo respecto a las necesidades, autorizaciones y recursos. Hay seguimientos que tienen que ver con el comportamiento, capacitación y cultura de los usuarios, tal es el caso de consumo de alimentos en lugares no asignados, abrir ventanas, no exponerse a contaminación acústica de manera prolongada, apagar la luz y actividades que contribuyan a una vida más sana en el caso de los problemas ergonómicos. Para las actividades que involucran una modificación en la infraestructura, las cuales corresponden a un mantenimiento mayor, se deberá dar seguimiento con la DIE (Entidades BUAP) como: colocar apagadores independientes por lámpara, ajustes en ventanas, cambio de bancos, colocación de persianas, solucionar de causa raíz el problema de la humedad, desprendimiento de pintura y mantenimiento menor para el caso de capacitación así como el manejo adecuado de químicos.

Reflexiones finales

El concepto del SEE surge en 1983 definido por la OMS y hasta la fecha se ha mantenido en uso a pesar de no ser el concepto más adecuado. El interés en los enfoques sobre estudios del SEE ha cambiado en función de necesidades centradas en la seguridad e higiene ocupacional, salud, medio ambiente, viviendas y productividad de los trabajadores en edificios de oficinas o industrias. Los estudios sobre el SEE en espacios educativos son recientes, iniciaron en 2013, sin embargo, el auge de este tipo de investigaciones se ha dado a partir del 2020, esto derivado de la contingencia sanitaria COVID-19. Por otra parte, en México hay pocos estudios enfocados en el SEE a centros educativos y las investigaciones que existen no analizan el síndrome sino la Calidad del Ambiente Interior (CAI). En este sentido, es importante centrar los estudios sobre el SEE, no solo en su detección, sino también en la determinación de estrategias que coadyuven a solucionar o mitigar este padecimiento y sus afectaciones.

El SEE es un problema poco explorado en espacios educativos en Latinoamérica y en particular en México, a pesar de que afecta el proceso de enseñanza-aprendizaje, el confort y la salud de los usuarios de los edificios. La falta de estudios sobre el SEE en México resulta evidente al no existir un marco legal que lo regule, además hay desconocimiento sobre el tema entre los usuarios y los encargados de los edificios. Es evidente que los talleres de diseño de la Facultad de Arquitectura de la BUAP presentan en SEE debido a la mala Calidad del Ambiente Interior. Por lo que se recurrió a las NTP-Españolas, las cuales no son de obligado cumplimiento y elaboradas para la higiene y seguridad ocupacional, por ello los cuestionarios NTP-290 y NTP-380 se adaptaron a las características de los espacios educativos. Cabe mencionar que la normativa que rige la construcción de edificios educativos en México es la de INIFED-SEP, estas normas son de obligado cumplimiento. También se cuenta con las NOM para parámetros de iluminación y ruido, no obstante, son elaboradas para la seguridad de los trabajadores y no para estudiantes, pero fueron de utilidad para este proyecto porque se usaron como referencia para los límites establecidos del confort térmico, lumínico y acústico, así

como niveles de CO₂, para lo cual también se aplicaron las normas internacionales para la CAI. En resumen, existe un área de oportunidad no solo en México y a nivel internacional para desarrollar normas que detecten y evalúen el SEE. Es posible considerar una metodología específicamente para las condiciones locales ya que se podría entender que, a pesar de que se aplican normas de carácter internacional, las características de los espacios y sus ocupantes, así como la ubicación geográfica, clima, altitud, entre otros factores intervienen para la determinación de los límites de cada norma, por ello es importante que cada país tenga sus propios lineamientos para cuidar la salud de alumnos y profesores quienes pasan gran parte de su tiempo en estos espacios, asegurando una adecuada enseñanza-aprendizaje.

Mediante este estudio, se evidencia la importancia que tiene la detección del SEE en el microterritorio (FABUAP), ya que permite identificar los peligros físicos, químicos y biológicos que alteran la calidad del ambiente interior ocasionando daños a la salud, afectaciones emocionales de los usuarios, principalmente estudiantes y profesores, así como daños en la infraestructura del edificio. Algunos de los padecimientos se presentan en ojos, nariz y garganta, manifestándose además en el bajo rendimiento de la enseñanza-aprendizaje. Es importante mencionar que este síndrome, no solo se presenta en la zona de estudio, sino que también impacta en diferentes escalas territoriales como la Ciudad Universitaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es por ello que la presente investigación sienta un precedente para más instituciones educativas en México, con el fin de identificarlo y tomar acciones preventivas-correctivas para el mejoramiento de las instalaciones y mitigación de peligros.

Se determinó que los talleres de la FABUAP presentan el SEE y la posible solución a los problemas de contaminación física (ruido, iluminación y temperatura), química (características del edificio, contaminantes exteriores, concentración de CO₂) y biológica (microorganismos, virus y bacterias) se podrían mitigar aplicando el protocolo de actuación de 4 fases: Fase I. Caracterización física de los talleres ARQ-7.ARQ-8.ARQ-9 y ARQ-10. Fase II. Aplicación del cuestionario completo NTP-290

y simplificado NTP-380, los cuales se adaptaron a estos espacios educativos además se complementaron con la escala térmica de Fanger y el tipo de vestimenta. Fase III. Mediciones ambientales, las cuales se realizaron en dos temporadas (invierno y primavera), con la finalidad de observar diferencias e impactos en los resultados de la CAI de concentraciones de CO₂, iluminación, humedad relativa, temperatura y ruido. Fase IV. Elaboración del plan de acción correctivo para mitigar los problemas físicos, químicos y biológicos. Los resultados de temperatura y humedad relativa del periodo de invierno se encuentran dentro de las especificaciones; respecto a primavera, estos datos se encuentran fuera de los límites establecidos por las normas y el cálculo de la temperatura media de la Ciudad de Puebla. Este resultado se contrasta con las respuestas de los usuarios de acuerdo a su percepción de temperatura, encontrándose la mayor parte de la población en la zona de confort en el periodo de invierno; contrario a esto, los usuarios se encontraron en la zona de calor en el periodo de primavera, en definitiva el clima es un factor clave para la determinación de la zona de confort y por ende los padecimientos o afectaciones a la salud.

Los resultados de las mediciones de iluminación superaron los luxes establecidos para espacios educativos, sobre todo en las zonas cercanas a las ventanas, la cual no debe superar a 500 lx(luxes), además se tiene un incremento de intensidad lumínica en primavera y en horarios en donde los rayos del sol son más intensos que van desde las 13 hasta las 16 horas. A pesar de que en invierno los resultados son menores, ambos periodos se encuentran por arriba de lo que marca la normatividad. Los resultados de concentraciones de niveles de CO₂ son más altos en invierno superando los límites permitidos de 1000ppm (partes por millón), esto se debe a que al tener temperaturas más bajas los alumnos no abren las ventanas agrupándose entre sí lo que provoca el aumento de CO₂, a diferencia del periodo de primavera en donde debido al calor, los usuarios se mantienen separados habiendo más entrada de aire fresco al mantener las ventanas abiertas. Con respecto a los niveles de ruido, no se debe superar los 50dB (decibeles), sin embargo, en ambos periodos el resultado no cumple. A partir de acá se aprecia la conclusión en el

sentido de que los resultados difieren porque se trata un análisis en dos periodos climáticos diferentes y que las condiciones del ambiente exterior afectan al ambiente interior. Esto implica que debe revisarse la normativa que rige a las envolventes para que ésto no suceda.

Se realizó un análisis inferencial por medio del método chi cuadrada, en donde se demuestra que existe una fuerte asociación entre las variables: percepción de temperatura, iluminación, ventilación y ruido en conjunto con las variables de: percepción de trastornos generales y síntomas en ojos, nariz y garganta, la cual comprueba la hipótesis planteada en esta investigación. En donde se determinó una relación fuerte entre las variables, siendo significativamente menor a 0,05, por tanto, las afectaciones en ojos, nariz y garganta aumentan o disminuyen en función de las condiciones de ventilación, temperatura, ruido e iluminación, por lo tanto, se concluye que la CAI influye en los padecimientos de los usuarios dentro de los talleres.

La fase IV del protocolo se adaptó, aplicando un plan de acción correctivo mediante el uso de las herramientas 5W+1H y el diagrama causa-efecto (Ishikawa), con la participación de la dirección general, coordinación administrativa, área de mantenimiento, compras y personal de limpieza en donde, mediante una lluvia de ideas, se analizaron todas las posibles causas con base en su experiencia, posteriormente se agruparon en el diagrama Ishikawa y finalmente se documentaron en el plan de acción (5w+1H). Con el fin de darle seguimiento a los hallazgos o problemas detectados para mitigar los problemas físicos, químicos y biológicos que originan el Síndrome del Edificio Enfermo. Cada actividad se programó a corto, mediano y largo plazo o de forma inmediata (actividades que tienen que ver con actitud y cultura). Algunas acciones se dejan como recomendaciones ya que dependen de la autorización a nivel institucional y cuentan con un largo plazo para su implementación, sobre todo las que son consideradas como de mantenimiento mayor (cambios en infraestructura), tal es el caso de ampliación de ventanas, colocación de apagadores independientes y compra de

mobiliario. El siguiente paso sería aplicar las medidas correctivas para después evaluar su efectividad.

La solución al padecimiento del SEE en espacios educativos depende de un compromiso a nivel institución, requiere una intervención integral y multidisciplinaria que incluya la participación de arquitectos, ingenieros civiles, urbanistas, diseñadores, ambientalistas pero también la participación de químicos por la emisión de contaminantes respecto a los materiales de construcción, microbiólogos que midan la calidad biológica del aire y del agua así como la ubicación del predio que evite contaminación cruzada por ejemplo, si está cerca de un rastro municipal, lagos o lagunas contaminadas; psicólogos que puedan evaluar el comportamiento del usuario en torno al estado mental, docentes que midan la eficacia de la enseñanza-aprendizaje, médicos que diagnostiquen su estado de salud así como la ergonomía en mobiliario y equipo, además de la participación del área de mantenimiento, limpieza, manejo integrado de plagas, capacitaciones en químicos y sobre todo sensibilización y concientización del tema son parte fundamental para erradicar o mitigar este padecimiento que comunmente pasa desapercibido. Cabe señalar que estos espacios fueron concebidos en otra época histórica, tecnológica y diferentes estilos de vida universitaria, lo que ha llevado a problemas como el consumo de alimentos dentro de las aulas y acciones incorrectas debido a condiciones poco viables como la falta de espacios al aire libre.

Limitaciones y recomendaciones

Para validar y verificar las acciones documentadas que quedaron determinadas, a corto, mediano y largo plazo, en el Plan de Acción Correctivo, es importante darle seguimiento para asegurar su atención. En este momento no se cuenta con una valoración de la eficacia que tendrían para mitigar los problemas físicos, químicos y biológicos que dan origen al SEE.

No existe una norma oficial mexicana que detecte y mitigue el SEE enfocado a espacios educativos, por lo que es importante promoverlo para que la enseñanza y el aprendizaje no se vean comprometidos por la misma afectación en la salud de los usuarios. Además, debe ser incluida desde el pre-diseño de espacios educativos, desde diferentes disciplinas como: arquitectura, diseño ambiental, urbanismo, psicología, medio ambiente, educación ingeniería mecánica, civiles, medicina y todas las áreas que tengan que ver con este entorno, garantizando en primer lugar el medio ambiente, el confort interno y por ende la salud del propio usuario.

Durante el análisis de los datos, se determinó que la encuesta aplicada para medir la percepción de alumnos y profesores fue muy amplia, ya que se consideraron factores que se salieron de los alcances de esta investigación. El análisis y la experiencia obtenida en este proyecto, permite la optimización de los instrumentos de investigación para que respondan a la hipótesis planteada.

De acuerdo con el muestreo, se recomienda tomar mediciones ambientales de niveles de CO₂, temperatura, humedad relativa, ruido e iluminación, de manera permanente abarcando las cuatro estaciones del año. Esto permitiría realizar un análisis más preciso de las condiciones ambientales de los edificios.

Se recomienda realizar un reglamento interno de la FABUAP, que regule normas de conducta a cumplir por alumnos y profesores en los diferentes espacios, tanto en interiores como exteriores. No está normado el consumo de alimentos dentro de los talleres, los cuales generan olores y basura por residuos orgánicos, además se genera ruido provocando distracciones entre los ocupantes. Se sugiere realizar un proyecto que contenga las mejoras en la infraestructura edilicia que garantice mayor ventilación natural, disminución de CO₂, mitigación de ruido, ajustes para obtener una temperatura, humedad e iluminación natural y artificial adecuadas.

El plan de acción correctivo se diseñó para mitigar los problemas físicos, químicos y biológicos, para ser evaluado periódicamente con acciones a corto (3 meses), mediano (6 meses) y largo plazo (un año). Una vez realizadas estas mejoras, se procederá a aplicar nuevamente el protocolo de actuación para poder determinar la eficacia y decir con certeza que el SEE se mitiga aplicando este instrumento. Además esta metodología se podría aplicar para el análisis de otros edificios de la BUAP y de otras instituciones educativas.

A partir de este proyecto, se plantean otras líneas de investigación para analizar el comportamiento de los usuarios, evaluando si el SEE influye en el desarrollo cognitivo o de aprendizaje y cómo el espacio construido interviene en el ámbito académico tal es el caso de la neuroarquitectura y la psicología ambiental.

Bibliografía

- C Kielb, S. L. (2014). *Síntomas de salud relacionados con los edificios y calidad del aire interior de las aulas: una encuesta realizada a profesores de escuelas*. . New York: Indoor Air.
- C, L. (2016). *Factores al interior de las viviendas en relación al SEE en adultos en China*. China: Medio Ambiente.
- Calleja, A. H. (2000). *NTP-343: Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación en interiores*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en Trabajadores. Ministro de Trabajadores .
- Casales, C. R. (2016). El problema de la contaminación acústica en nuestras ciudades: evaluación de la actitud que presenta la población juvenil de grandes núcleos urbanos: el caso de Zaragoza. *Universidad de Zaragoza*, 314.
- Castejón, E. (1983). *NTP-74: Confort térmico. Método de Fanger*. España: Ministerio de trabajo y asuntos legales- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Castejón, E. (2000). *NTP 74: Confort térmico-Método Fanger para su evaluación*. Obtenido de Ministro de trabajo y asuntos legales España: https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_074.pdf/1a5d4655-f44d-4118-9516-281a452e820d
- CERpIE. (2002). *Síndrome del Edificio Enfermo* . España: Fundación Politécnica de Catalunya, .
- CERpIE. (2020). *Síndrome del Edificio Enfermo*. Catalunya: UPC.
- Leung, T. Y. (2018). Papel de la ventilación en la transmisión del aire por agentes contaminantes en el entorno construido. *Indoor Aire*.
- Lisina, D. (2021). *Satisfacción de los ocupantes con calidad del aire interior, SEE y productividad antes y después de certificación WELL*. Suiza: ELSEVIER Building environmental.
- CONAGUA. (diciembre de 2022). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de Coordinación de Servicios Meteorológicos Nacionales: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Normales_Climatologicas/Mensuales/pue/mes21248.TXT
- Condori, H. (2021). *Sensación de confort térmico en ambientes educativos en la zona altoandina de Puno*. Perú: Revista Campus de la Facultad de Arquitectura e ingeniería.
- Condori, H. A. (2021). *Sensación de confort térmico en ambientes educativos en la zona altoandina de Puno*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Construcción, S. d. (2011). *NMX-R-003-SCFI*. México: Secretaría de Economía.
- Coronado, M. C. (2022). *Percepciones de calidad del aire interior en aulas universitarias mediante encuestas en línea en alumnos de USA y Colombia*. USA y Colombia: Frontiers in built environment.
- Alalouch, C. (2018). *Síndrome del Edificio Enfermo ¿Estamos haciendo lo correcto?* Nueva Zelanda: Arquitectura y ciencia.
- ACIMED, S. u. (1995). *Electrónico(ISO), Formato Documento*. Obtenido de Vol.3 n.1 [citado 2024.03.02] pp.30-38:

- [http://scielo.sld.cu/scielo.php?scrip=sci_arttex&pid=\\$1024-94351995000100006andlng=es&nm=ISO>.155N=1024-9435](http://scielo.sld.cu/scielo.php?scrip=sci_arttex&pid=$1024-94351995000100006andlng=es&nm=ISO>.155N=1024-9435)
- Amat, R. (Enero de 2016). *Test estadísticos para variables cualitativas*. Obtenido de Test exacto de Fisher, Chi-cuadrada de Pearson, McNemar y Q-Cochran: https://rpubs.com/Joaquin_AR/220579
- Ambisalud. (s.f.). *Normalización en calidad ambiental en interiores*. Obtenido de Exige del RITE una mejora: <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2019/10/2017-02-01-Normativa-de-calidad-ambiental-en-interiores-AMBISALUD-fenercom.pdf>
- ASHRAE. (2002). *Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado*. Obtenido de 180 NW, Georgia EE.UU: <https://www.ashrae.org/about/ashrae-en-espa%C3%B1ol>
- Beardsley, D. (2003). The light in the classroom. *oregon.edu*, 11. Obtenido de <https://darkwing.uoregon.edu/~akwok/VSCS/AshCreek/lighting/discussion1.html>
- Berenguer, M. (1990). *Síndrome del Edificio Enfermo: factores de riesgo. NTP-289*. Madrid, España: I.N.S.H.T.
- Burge, A. H. (1987). *Síndrome del edificio enfermo: estudio de 4,337 trabajadores de oficina*. Inglaterra: Análisis de Higiene Ocupacional.
- Burge, P. (2015). *Sick Building Syndrome*. Birmingham: Occup Environ MED.
- Burge, P. S. (2015). *Sick Building Syndrome*. Birmingham: Occup Environ Med.
- Dan Norback, J. H. (2016). *Rinitis, Ocular, Garganta y Dérmica Dolor de cabeza y cansancio entre los Students in Schools from Johor Bahru, Malasia: Asociados a micotoxinas y polvo en aulas*. . Malasia: Crossmark.
- Dan Norback, K. N. (2012). *Ventilación controlada por demanda de (CO2) en aulas universitarias de informática y posibles efectos sobre el dolor de cabeza, la fatiga y la percepción del ambiente interior*. China: Int Arch Occup Environ Health.
- Dutheil, F. (2022). *Evaluación del SEE mediante escalas análogas con un grupo controlado por un año y otro sin controlar*. Francia: WILEY.
- Dwidar, S. G. (2022). Air Quality in Office Buildings. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey*, 1-12.
- ERCO. (2024). *Reproducción cromática*. Obtenido de <https://www.erco.com/es/planificacion-de-iluminacion/conocimientos-luminotecnicos/luminotecnica/reproduccion-cromatica-7511/>
- Escuelas-Calidad de la infraestructura física educativa. (2020). *NMX-R-118-SCFI-2020*. México: Unidad de Normatividad , Competitividad y Competencia. Dirección General de Normas.
- FL, L. (2015). *SEE entre trabajadores de oficina en la Universidad de Malasia y contaminaciones en interiores*. Malasia: Ciencia y Medio Ambiente.
- Fernández, S. d. (s.f.). *Aplicación de chi-cuadrada: tabla de contingencia, homogeneidad dependiente e independiente*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid. Gestión Aeronáutica: Estadística Teórica Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada: <https://www.fuenterrebollo.com/Aeronautica2016/contingencia.pdf>
- Finnegan. (1984). The sick building syndrome. *Brit Medical*, 289, 1573-1575.
- Freixanet, V. (1987). Complejidad visual en la arquitectura. En C. J. Covarrubias, *Capítulo 5* (págs. 60-61). Azcapotzalco, México: UAM.

- Freixanet, V. A. (1975). Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Ghaffarianhoseini, A. (2018). Sick building syndrome. Are we doing enough? *Archit Science*, 99-121.
- Gómez, F. J. (2004). *Arquitectura bioclimática*. Madrid, España: Munilla-Lería.
- Gómez, M. D. (2000). *NTP-380:El Síndrome del Edificio Enfermo: Cuestionario simplificado*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Gutierrez, P. M. (2023). *Monitorización y control de las condiciones básicas de calidad del aire en un espacio docente universitario*. España: Universidad de Cádiz.
- Hernández, C. A. (s.f.). *Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación en interiores*. Obtenido de NTP 343: https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_343.pdf/d89f5d0c-f868-4181-8ed6-83a354d8fd49
- Hernández, A. (1992). *NTP-343 Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores*. Madrid, España: L.N.S.H.T.
- Hernández, B. (2020). La iluminación y sus efectos sobre el bienestar y el aprendizaje. En *El tercer maestro: La dimensión espacial del ambiente educativo y su influencia sobre el aprendizaje* (págs. 85-108). España: Universidad de la laguna.
- Ibañez, J. J. (2000). *Fundación para el conocimiento de Madrid*. Obtenido de Hipótesis nula e hipótesis alternativa en ecología y edafología.: [https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2019/06/19/149708#:~:text=La%20hip%C3%B3tesis%20nula%20\(H0\)%20es,la%20causa%20de%20un%20fen%C3%B3meno](https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2019/06/19/149708#:~:text=La%20hip%C3%B3tesis%20nula%20(H0)%20es,la%20causa%20de%20un%20fen%C3%B3meno).
- IBM. (2021). *Estadístico de tablas cruzadas*. Obtenido de <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/saas?topic=crosstabs-statistics>
- IESNA. (s.f.). Obtenido de The light in the classroom: <https://darkwing.uoregon.edu/~akwok/VSCS/AshCreek/lighting/discussion1.html>
- IESNA. (2009). Obtenido de <https://iluminet.com/iesna-mexico-convoca-a-presentar-proyectos-por-internet-para-los-illumination-awards/>
- Igor Mujan, A. S. (2019). *Influencia de la Calidad del Ambiente Interior en la salud y productividad*. Serbia: ELSEVIER.
- INIFED. (2022). Normas y especificaciones para estudios, proyectos e instalaciones educativas. En H. y. funcionamiento, *Diseño arquitectónico* (pág. 28). México: Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa.
- Interior, A. (2021). Intensidad luminosa. *Acabados arquitectónicos e interiorismo digital*, 5.
- ISO-7730, U.-E. (2005). *Ergonomía del ambiente térmico*. España: ISO.
- Jaakola, J. (1998). The office Environment Model: A conceptual Analysis of the sick Building Syndrome. *INDOOR AIR*, 4:7-16.
- Jing, Y. X. (2021). *Associations of indoor carbon dioxide concentrations, air temperature, and humidity with perceived air quality and sick building syndrome symptoms in Chinese homes*. China: Wiley.
- Jung, M. A. (2022). *Análisis de la percepción de la calidad del aire interior (IAQ) a partir de una encuesta a residentes de nuevas viviendas en Dubai*. Dubai: MDPI-Sustainability.
- Kappor, N. R. (2021). *revisión sistemática de la calidad del ambiente interior en aulas escolares con ventilación natural: un camino a seguir*. India: Hindawi.

- Kishi, R. (2018). *Manual de consulta y medidas para el SEE con pruebas científicas*. Japón: Sociedad Japonesa de Higiene.
- Martí, S. M. (2000). *NTP-521: Calidad del aire interior*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Ministro de trabajo.
- Martínez, J. C. (2023). *Confort térmico en edificios educativos naturalmente ventilados: un estudio en bioclima templado-seco*. México, Ensenada BC: UABC.
- Meng, W. C. (2022). *Construcción y salud: mapeo del desarrollo del conocimiento sobre el síndrome del edificio enfermo*. China: MDPI.
- Mengmeng, W. C. (2022). *Building and Health: Mapping the Knowledge Development of Sick Building Syndrome*. China: MPDI-Edificios.
- Mesfin, R. (2020). *Comportamiento con estilo de vida y entorno doméstico y escolar asociado al SEE en niños de primaria: estudio transversal*. Japón: Center for environmental and health sciences. Hokkaido University.
- Meteopedia. (2023). *el tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.es/noticias/meteopedia/temperatura>
- Morbilidad, I. d. (2015). *Communicable Diseases, Risk Factors and other Health problems*. *Ministerio de Malasia*.
- Mustafa, F. A. (2017). *Evaluación del rendimiento de los edificios tras su ocupación, caso de estudio: Departamento de arquitectura e Ingeniería Informática de la Universidad Salahaddin-Erbil*. Irak: Universidad Salahaddin-Erbil.
- Núñez, R. P. (2020). Hábitos de estudio y ambiente escolar: determinantes del rendimiento académico en estudio básico de secundaria. *Espacios*, 10.
- Nadia, N. (2023). *Estudios en dormitorios en universidad pública para asociar entre exposición microbiana y el SEE*. Malasia: Malaysian journal of medicine and health sciences.
- NASA. (12 de enero de 2023). Obtenido de <https://www.nasa.gov/news-release/el-analisis-de-la-nasa-confirma-que-2023-fue-el-ano-mas-calido-registrado/>
- Nimyat, P. S. (2023). *Revisión bibliográfica sobre la calidad del aire interior y el SEE en entorno de diseño de edificios de oficina*. Nigeria: Universal wiser publisher.
- Nishant Raj, K. (2024). *Estrategias de eficiencia energética para evitar patologías al interior basadas en la fase de construcción*. Suiza: MDPI.
- Nishant, A. C. (2021). *Una revisión sistemática sobre la calidad ambiental interior en aulas escolares con ventilación natural: Un camino a seguir*. India: Hindawi.
- NMX-AA-164-SCFI. (2013). *Edificación sustentable*.
- NMX-R-118-SCFI-2020. (2020). *Escuelas-calidad de la infraestructura física educativa*. Obtenido de Normas, Unidad de Normatividad por la Dirección General : <https://www.inifed.gob.mx/doc/pdf/2022/normatividad/NMX-R-118-SCFI-2020.pdf>
- NOM-025-STPS. (2005). *NOM-025-STPS*. México: Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Iluminación.
- Norback, D. (1991). *Factores ambientales, ocupacionales y personales relacionados con la prevalencia del síndrome del edificio enfermo en la población general*. Dinamarca: Revista Británica de Medicina Industrial.
- Norback, D. E. (1991). Environmental, occupational, and personal factors related to the prevalence of sick building syndrome in the general population. *Br J. Industries Medical*, 451-462.

- Norma Mexicana. Edificación sustentable, c. y. (2013). *NMX-AA-164-SCFI*. México: Secretaría de Economía.
- Okullarda, O. F. (2023). *Evaluación de la relación entre la prevalencia de los síntomas del SEE y la calidad del aire*. Turquía: Estudam Halkdergisi.
- Orrego, L. S. (2016). *Diseño de un módulo virtual para identificar y diagnosticar el SEE*. Perú: Fundación Universitaria del área andina, facultad de ciencias de la educación.
- P. Morales, R. L. (2011). *Correlaciones*. Guatemala.
- P. Wargocki, J. S. (2002). *Ventilación y salud en ambientes interiores no industriales: Informe de una reunión de consenso científico multidisciplinar*. Dinamarca: Blackwell Munksgard.
- Peter Skov, O. V. (1988). *Características, factores relacionados con el trabajo y factores psicosociales en el SEE*. Suecia: Salud y Medio Ambiente en el Trabajo en Escandinava.
- Ponttip Stephen, N. Y. (2023). *Revisión bibliográfica sobre la calidad del aire interior y el SEE en el entorno de diseño de oficinas*. Nigeria: Universal wiser publisher.
- Puri, B. K. (2002). *SPSS IN PRACTICE*. London, UK: Hodder Arnold.
- Quest. (2023). *¿Qué es la humedad relativa y por qué es importante?* Obtenido de <https://www.questclimate.com/es%20BFQu%3%A9-es-la-humedad-relativa-y-por-qu%3%A9-es-importante%3F/>.
- Quinto, J. o. (2000). *Intolerancia ambiental idiopática (IAI): Sensibilidad química múltiple (SQM) y fenómenos asociados*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España.
- R, M. (2020). *Comportamiento del estudio de vida y entorno doméstico y escolar asociado el SEE en niños de primaria con estudio transversal*. Japón: Center for environmental and health sciences, Hokkaido University.
- Ramos, V. (2015). *The relationship between work stress, sources of stress and coping strategies in public and private sectors*. Portugal: ELSIEVER. Journal of word and organitional psychology.
- Redman, H. M. (2011). Las consecuencias del Síndrome del Edificio Enfermo. *Revistas de gestoón de recursos humanos*, 14-27.
- Renedo, C. (s.f.). *Universidad Cantabria*. Obtenido de Instalaciones y equipos de acondicionamiento de aire y ventilación: <https://personales.unican.es/ortizff/NPdf/Instalaciones/01.-%20Introduccion.pdf>
- Rincón, J. C. (2023). *Confort térmico en edificios educativos naturalmente ventilados: un estudio en bioclíma templado-seco*. México: Revista de arquitectura Bogotá.
- Ríos, K. E. (2022). Salud ambiental en interiores: edificios enfermos. *Sociedad y Ambiente*, 21.
- Ruido, C. d. (2001). *NOM-011-STPS-2001*. México: Norma Oficial Mexicana.
- Ruíz, D. (2021). *Análisis del Impacto de las Estrategias de Ventilación Natural en los Índices de Ventilación y la Acústica Ambiental Interior Utilizando Datos de Medición de Sensores en Edificios Educativos*. España: MPDI-Sensors.
- Salvaraji, L. (2022). *Estudio del SEE en trabajadores sanitarios del centro de atención primaria*. Suiza: International journal of environmental health research.
- Safety. (8 de febrero de 2024). *Guía completa del método 5WIH*. Obtenido de Safety Culture: <https://safetyculture.com/es/temas/5w1h/>
- Saghiv, M. (2020). *Termorregulación*. Springer linie.

- Sauza, E. (31 de marzo de 2022). *Arch daily*. Obtenido de ¿Qué materiales de construcción pueden ser perjudiciales para la salud?: <https://www.archdaily.mx/mx/978072/que-materiales-de-construccion-pueden-ser-perjudiciales-para-nuestra-salud>
- SEQC. (2017). *Estadística básica aplicada*. Obtenido de Asociación de variables cuantitativas: <https://www.seqc.es/download/tema/17/4479/1455606616/667472/cms/tema-5-asociacion-de-variables-cuantitativas.pdf/#:~:text=El%20grado%20de%20asociaci%C3%B3n%2C%20valores%20entre%201%20y%20%2D1.>
- Sknov, P. V. (1990). Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment. *Scand. J Work Environ. Health*, 363-371.
- SMARNAT. (11 de junio de 2017). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Día mundial de la descontaminación ambiental: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/ssshhh-es-dia-mundial-de-la-descontaminacion-acustica?idiom=es#:~:text=La%20OMS%20considera%20que%20los,es%20peligroso%20y%20posiblemente%20genere>
- Solé, D. (2009). *NTP-380: Cuestionario simplificado para detectar el SEE*. España: Ministerio de trabajo y asuntos legales e Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Solé, M. d. (2000). *NTP-488: Calidad del aire interior: identificación de hongos*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Ministro de trabajo.
- Surawattana, V. (2022). *Síntomas respiratorios y síndrome cutáneo de edificio enfermo entre los trabajadores de oficina del Hospital Universitario de Chiang Mai (Tailandia): Asociaciones con la calidad del aire interior*. Tailandia: *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Torre, M. C. (junio de 2005). *Alérgias alimentarias*. Obtenido de Hospitalidad-ESDAI-Universidad Panamericana: <https://scripta.up.edu.mx/server/api/core/bitstreams/aa83104b-e8fe-446e-bd4b-f5130ed33f77/content>
- Trebilcock, K. (2015). *Generar zonas de confort térmico en establecimientos educativos con datos climáticos locales y percepción de usuarios en 3 zonas climáticas distintas usando una herramienta llamada visual therm*. Chile: Fondecyt Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.
- Tsantaki, E. (2022). *Evaluación de la calidad del aire interior percibida, prevalencia de síntomas SEE y factores de riesgo en universidad aplicado a 613 personas durante la crisis económica en Grecia*. Grecia: *International journal of environmental health researcj*.
- UNE. (2008). *Normalización Española*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma>
- Universidad de Valladolid. (febrero de 2021). *Fundamentos para comprobar el estado de la ventilación en aulas y espacios de trabajo, a través de la medición de CO2*. Obtenido de https://seguridadysaludlaboral.uva.es/export/sites/prevencion/_documentos/medicoinCO2aulasespaciostrabajo2021.pdf

- Universidad Politécnica de Catalunya. (2018). *Síndrome del Edificio Enfermo*. Barcelona Tech: UPC-CERpIE Research Centre for Corporate Excellence & Innovation Technical University of Catalonia.
- Vázquez, J. M. (2001). Habitabilidad Educativa de las Escuelas-HEE. *Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, Habitabilidad Educativa*, 14.
- Vallejo, W. (2003). Historia de la Facultad de Arquitectura. *Gaceta*, 3.
- Vesitara, S. (2019). *Síndrome del edificio enfermo: Evaluación de la calidad del aire de los edificios escolares*. Indonesia: Journal Physics Conference Series.
- Viella, E. C. (1983). *NTP 74: Confort térmico-Método de Fanger para su evaluación*. España: INSHT.
- Vithawat, W. R. (2022). *Respiratory Symptoms and Skin Sick Building Syndrome among Office Workers at University Hospital, Chiang Mai, Thailand: Associations with Indoor Air Quality, AIRMED Project*. Tailandia: International Journal of Environmental Research and Public Health.
- VP, O. A. (2021). *Impacto de la luz y la ventilación natural en el ambiente laboral sobre el SEE y la productividad*. México: UNESUM-Ciencias.
- Wang, L. H. (2022). Building and Health: Mapping the Knowledge Development of Sick Building Syndrome. *buildings MDPI*, 17.
- Wang, M. (2022). Building and health: Mapping the Knowledge Development of Sick Syndrome. *MDPI buildings*, 7-8.
- Warlock. (2002). *Reunión de Concenso Europeo Multidisciplinar de Científicos (EUROVEN) Ambientes interiores industriales*. Europa: Indoor.
- Wargocki. (2015). *Ventilation and health in non industrial indoor environments: Report from a european multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVENT)*. Europa: ELSEVIER.
- Wargocki, P. (2000). The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality. Sick Building Syndrome Symptoms and productivity. *Sick Building Syndrome Symptoms and productivity*, 15.
- Weng, J. (2023). *Mediciones y análisis del ambiente interior, satisfacción de ocupantes y SEE en edificios universitarios en verano e invierno*. China: International journal of environmental health research and public health.
- Weng, J. Z. (2022). *Mediciones de campo y CAI, satisfacción de usuarios y SEE en universidades en verano e invierno de regiones de Chia*. China: MDPI.
- Weng, Z. C. (2022). *Mediciones de campo y análisis del ambiente interior, la satisfacción de los ocupantes y el síndrome del edificio enfermo en edificios universitarios de regiones de verano caluroso e invierno frío en China*. China: MDPI-International Journal of Environmental Research and Public Health.
- Weng, Z. C. (2023). Field Measurements and Analysis of Indoor Environment, Occupant Satisfaction, and Sick Building Syndrome in University Buildings in Hot Summer and Cold Winter Regions in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14-17.
- Wolkoff. (2013). *Contaminantes del aire interior en entornos de oficina: Evaluación del confort, la salud y el rendimiento*. Dinamarca: Revista Internacional de Higiene y Salud.

- Wu, Y. (2022). *Thermal sensation, sick building syndrome symptoms, and physiological responses of occupants in environments with vertical air temperature differences*. China: ELSEVIER, Journal of thermal biology.
- Xi Fu, Z. O. (2021). *Microbioma del aula, vías funcionales y síndrome del edificio enfermo (SBS) en escuelas urbanas y rurales: posibles funciones de los aminoácidos microbianos y los metabolitos vitamínicos de los espacios interiores*. China: ELSEVIER.
- Xin Zhang, F. L. (2016). *Estudio longitudinal del síndrome del edificio enfermo (SBS) entre alumnos en relación con SO₂, NO₂, O₃ y PM₁₀ en escuelas de China*. China: Crossmark.
- Yang, M. M. (2022). *Integration of Indoor Air Quality Prediction into Healthy Building Design*. Suiza: MPDI- Sustainability.
- Yuxin, S. Z. (2022). *Sensación térmica, síntomas SEE y respuestas fisiológicas*. China: ELSEVIER.
- Zhang, W. (2022). *Mediciones de campo y análisis del ambiente interior, la satisfacción de los ocupantes y el síndrome del edificio enfermo en edificios universitarios de regiones de verano caluroso e invierno frío en China*. China: MDPI.
- Zubir, N. (2022). *Calidad del ambiente interior y factores psicosociales con el SEE entre trabajadores de oficinas de edificios nuevos y antiguos de la universidad*. Malasia: Malaysian journal of medicine and health sciences.
- Zuo, C. (2020). *Efectos fisiológicos por aumento de humedad, calidad de aire que originan el SEE en clima cálido-seco*. China: School of energy science and engineering central south university Wiley.

Indice de figuras

Figura 1. Diferentes enfoques de estudio del SEE.....	11
Figura 2. Agentes que dan origen al SEE.	22
Figura 3. Diagrama que representa los factores y problemas que dan lugar al SEE.....	25
Figura 4. Normas internacionales UNE para la calidad del ambiente interior.	29
Figura 5. Parámetros y especificaciones para el confort interior.....	32
Figura 6. Principales normas usadas para esta investigación referentes al SEE.	36
Figura 7. Información contenida en el cuestionario aplicado a los usuarios de los talleres de la FABUAP.....	37
Figura 8. Normas Mexicanas voluntarias y obligatorias	38
Figura 9. Fases del protocolo de actuación en espacios educativos	45
Figura 10. Características del edificios.....	46
Figura 11. Ubicación caso de estudio.....	48
Figura 12. Características generales de los talleres de la FABUAP.	49
Figura 13. Dimensión general de los talleres.	49
Figura 14. Materiales que generan emisión de contaminantes en el interior de edificios.	51
Figura 15. Etapas de aplicación de SEE y mediciones ambientales.....	54
Figura 16. Mediciones en los talleres.	55
Figura 17. Termorregulación mediante el hipotálamo	58
Figura 18. Aspectos analizados para la detección del SEE.	60
Figura 19. Problemas que causan el Síndrome del Edificio Enfermo	61
Figura 20. Ubicación de los equipos de medición	62
Figura 21. Gráficos de temperatura y humedad relativa.	62
Figura 22. Mediciones de concentración de CO ₂ y ruido.....	64
Figura 23. Mediciones de iluminación por cada edificio	66
Figura 24. Selección de variables para efectuar la correlación estadísticamente.....	72
Figura 25. Diagrama de flujo para la determinar asociaciones.	73
Figura 26. V de Cramer. Escala nominal.....	75
Figura 27. Escala de Fanger.....	76
Figura 28. Gráficos de la percepción de la escala de Fanger y afectación en ojos, nariz y garganta periodos invierno y primavera.....	78
Figura 29. Gráficos de la percepción del ruido y trastornos generales	85
Figura 30. Percepción de la ventilación y afectación en ojos, nariz y garganta periodo invierno y primavera.....	88
Figura 31. Gráficos de la percepción de la iluminación y afectación en ojos periodo invierno y primavera.....	95
Figura 32. Herramienta para la solución de problemas 5W+1H.....	100
Figura 33. Soluciones a problemas de pintura, plagas y humedad.....	104
Figura 34. Exceso de humedad dentro de los talleres	105
Figura 35. Consumo de alimentos.	106
Figura 36. Condiciones inadecuadas de iluminación	106
Figura 37. Exceso de ruido.....	107
Figura 38. Falta de ventilación natural.....	108
Figura 39. Problemas ergonómicos.....	108
Figura 40. Isikawa- desprendimiento de pintura	109
Figura 41. Isikawa- consumo de alimentos.....	111
Figura 42. Isikawa- presencia de humedad.....	113
Figura 43. Isikawa- problemas de iluminación.....	115
Figura 44. Ruido excesivo	117
Figura 45. Falta de ventilación y altas concentraciones de CO ₂	119
Figura 46. Problemas ergonómicos.....	121
Figura 47. Contaminación de químicos de limpieza por el manejo inadecuado.....	123

Indice de tablas

Tabla 1. Estudios relevantes sobre el SEE en oficinas y viviendas 1987-2024	11
Tabla 2. Estudios relevantes sobre el SEE en centros educativos 2020-2024	13
Tabla 3. Límites máximos de tiempo por exposición al ruido	40
Tabla 4. Protocolo de actuación de 4 fases sin modificación	44
Tabla 5. Resultados que determinan el SEE	67
Tabla 6. Caracterización de la población estudiada	68
Tabla 7. Tablas de contingencia: afectaciones en ojos y sensación térmica de Fanger invierno y primavera	79
Tabla 8. Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en ojos-periodo invierno.....	80
Tabla 9. Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en ojos-periodo primavera.	80
Tabla 10. Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo invierno.	82
Tabla 11. Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en nariz-periodo primavera.	82
Tabla 12. Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo invierno.	83
Tabla 13. Prueba de chi-cuadrado y medidas simétricas. Sensación térmica de Fanger y afectación en garganta-periodo primavera.....	84
Tabla 14. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo invierno.	86
Tabla 15. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ruido y trastornos generales-periodo primavera.	86
Tabla 16. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo invierno.	89
Tabla 17. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ventilación y afectación en ojos-periodo primavera.	90
Tabla 18. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo invierno.	91
Tabla 19. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ventilación y afectación en nariz-periodo primavera.....	92
Tabla 20. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo invierno.	93
Tabla 21. Resultados de chi-cuadrado y medidas simétricas. Ventilación y afectación en garganta-periodo primavera.	94
Tabla 22. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo invierno	96
Tabla 23. Pruebas de chi-cuadrado y medidas simétricas. Iluminación y afectación en ojos-periodo primavera.....	96
Tabla 24. Desprendimiento de pintura en paredes al interior de los talleres.....	110
Tabla 25. Consumo de alimentos.	112
Tabla 26. Presencia de humedad en paredes.....	114
Tabla 27. Problemas de iluminación.....	116
Tabla 28. Ruido excesivo.....	118
Tabla 29. Falta de ventilación y altas concentraciones de CO ₂	120
Tabla 30. Problemas ergonómicos	122
Tabla 31. Control de químicos de limpieza.....	124

Anexos

Tabla A. Problemas identificados y su relación con las afectaciones a la salud en espacios interiores.

Problemas identificados y su relación con las afectaciones a la salud en espacios interiores					
Problema	¿A quienes les afecta?	¿Cómo les afecta?	Resultados de percepción	Norma de referencia	Procedencia de la norma
Ventilación natural insuficiente	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Irritación de ojos, nariz y garganta, sequedad de piel y mucosas, eritema cutáneo, fatiga mental, somnolencia, cefálea, vértigos, mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas, dificultad respiratoria, jadeo, sibilancias, cuadros asma, disfonía, tos, alteraciones del gusto y del olfato, náuseas.	381 (52%) falta de ventilación/ estancamiento , 223 (30.5%) No hay problemas , 134 (18.3%) Hay corrientes de aire, 8(1.1%) Proviene de otro lugar	NTP 380, NTP 290. El Síndrome del Edificio Enfermo	NTP(Nuevas Notas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Ruido exterior excesivo	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Daños en los oídos, falta de concentración en clases y actividades	522 (71%) conversaciones 156 (21.2%) equipos de trabajo 123(16.7%) No hay ruido 95(12.9%) Proviene de otro lugar	NTP 380, NTP 290. El Síndrome del Edificio Enfermo	NTP(Nuevas Notas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Iluminación insuficiente	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Falta de concentración, afectación en los ojos, dolor de cabeza	488 (66.8%) correcta, 89 (12.2%) produce deslumbramiento, 88(12%) demasiado intensa, 85(11.6%) es escasa, 31(4.2%) se producen parpadeos de luz	NTP 380, NTP 290. El Síndrome del Edificio Enfermo	NTP(Nuevas Notas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Temperaturas muy bajas , uso de SIAC	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	El crecimiento de hongos en sistemas de aire acondicionado y edificios puede producir en sus habitantes determinadas patologías entre las que cabe destacar asma y alveolitis alérgicas. La contaminación ambiental por hongos en el interior de edificios , es debida básicamente a hongos filamentosos y levaduras	302 (41.4%) no crea problemas 225(30.9%) demasiado frio 147(20.2%) demasiado calor 90 (12.3%) demasiada humedad 47(6.4%) demasiado seco	NTP 488: Calidad de aire interior: identificación de hongos	NTP(Nuevas Notas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Exceso de humedad	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Fatiga, dolor de cabeza y mareo(sobre todo cuando la humedad relativa es superior a 80% y la temperatura es muy alta, condiciones favorables para el crecimiento de m.o., especialmente cuando hay condensación, incremento de la emisión en difondo de materiales de construcción.		NTP 380, NTP 290. El Síndrome del Edificio Enfermo	NTP(Nuevas Notas Técnicas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Presencia de olores desagradables	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Dolor de cabeza, falta de concentración.	392 (53%) no se perciben, 193(26.5%) corporales, 170(23.4%) comida, 78(10.7%) humo de tabaco, 41(5.6%) otros	NTP 380, NTP 290. El Síndrome del Edificio Enfermo	NTP(Nuevas Notas Técnicas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Radón	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	El radón es considerado cancerígeno por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de acuerdo con la International Agency for Research on Cancer (IARC) y la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU., que lo clasifican como carcinógeno del Grupo 1 y del Grupo A, respectivamente. Concretamente, el principal efecto adverso derivado de la inhalación de radón y en especial de sus productos de desintegración es el riesgo de cáncer de pulmón.		NTP 440: Radón en ambientes interiores	NTP(Nuevas Notas Técnicas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Formaldehido	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	A bajas concentraciones el formaldehido provoca irritación ocular, del tracto respiratorio y de la piel. La inhalación de formaldehido a altas concentraciones provoca severa irritación del tracto respiratorio, llegando a provocar incluso la muerte. Sin embargo, la característica de toxicidad más importante es su consideración como cancerígeno de categoría 3.		NTP 466: Calidad del aire: determinación ambiental de formaldehido y medición de su contenido en tableros	NTP(Nuevas Notas Técnicas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Bioaerosoles	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Los bioaerosoles son partículas transportadas por el aire, constituidas por seres vivos, o moléculas grandes que han sido liberadas por un ser vivo. Alveolitis alérgica, Asma, Rinitis alérgica, Legionelosis, Fiebre de Pontiac, SARS-CoV-2 Fiebre Q y otras enfermedades Fiebre de los humidificadores		NTP 288: Síndrome del edificio enfermo: enfermedades relacionadas y papel de los bioaerosoles	NTP(Nuevas Notas Técnicas de Prevención) reconocidas por INSST(Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España)
Bioaerosoles	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	SARS-CoV-2		OSHA 4126-06 2021 Summary, COVID-19 Healthcare ETS-spanish, OSHA 4133-06 2011. Sample employee-COVID-19 health screening questionnaire, OSHA 4154-06-2021, 29CFR 1910.502 June 2021	Normas Internacionales utilizadas en Seguridad y salud en el trabajo. Desarrolladas por organismos internacionales ISO

Tabla B. Problemas identificados y su relación con las afectaciones a la salud en espacios exteriores

Problemas identificados y su relación con las afectaciones a la salud en espacios exteriores				
Problema	¿A quienes les afecta?	¿Cómo les afecta?	Norma de referencia	Procedencia de la norma
Aglomeraciones	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Riesgo de contagio por Sars-CoV-2 o algunas otra patologías de persona a persona. Seguir las BPH consistentes en lavado frecuente de manos, estornudar o toser cubriendo boca y nariz con un pañuelo desechable o con el antebrazo; saludar aplicando las recomendaciones de sana distancia (evitar saludar de beso, de mano o abrazo) y recuperación efectiva para las personas que presenten síntomas de SARS-CoV2 (COVID-19) (evitar contacto con otras personas, desplazamientos en espacios públicos y mantener la sana distancia, durante los 15 días posteriores al inicio de los síntomas)	DOF: 24/03/2020 ACUERDO por el que se establecen las medidas preventivas que se deberán implementar para la mitigación y control de los riesgos para la salud que implica la enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19).	DOF (Diario Oficial de la Federación). Mexicana
Consumo de alimentos en lugares no asignados	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Riesgo de contagio por Sars-CoV-2 o trazas de ciertos alérgenos en los alimentos para personas vulnerables	OMS	OMS(Organización Mundial de la Salud). Universal. Organización de las Naciones Unidas
Mal o falta de uso del EPP	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Riesgo de contagio por Sars-CoV-2	Nom-251, DOF: 24/03/2020, OMS, FDA	NOM-251 Norma de Buenas Prácticas de Higiene. Mexicana, DOF-Mexicana, OMS-Universal, FDA(Food and Drug Administration)-50 estados de Estados Unidos, el Distrito de Columbia, Puerto Rico, Guama, las Islas Virgenes, Samoa Americana y otros territorios y posesiones de Estados Unidos
Falta de limpieza y desinfección de manos y lugares de trabajo	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Riesgo de contagio por Sars-CoV-2	Nom-251, DOF: 24/03/2020, OMS, FDA	NOM-251 Norma de Buenas Prácticas de Higiene. Mexicana, DOF-Mexicana, OMS-Universal, FDA(Food and Drug Administration)-50 estados de Estados Unidos, el Distrito de Columbia, Puerto Rico, Guama, las Islas Virgenes, Samoa Americana y otros territorios y posesiones de Estados Unidos
Falta de seguimiento a los protocolos de bioseguridad	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Riesgo de contagio por Sars-CoV-2	Nom-251, DOF: 24/03/2020, OMS, FDA	NOM-251 Norma de Buenas Prácticas de Higiene. Mexicana, DOF-Mexicana, OMS-Universal, FDA(Food and Drug Administration)-50 estados de Estados Unidos, el Distrito de Columbia, Puerto Rico, Guama, las Islas Virgenes, Samoa Americana y otros territorios y posesiones de Estados Unidos
Falta de señaléticas de bioseguridad y falta de capacitación.	Alumnos, maestros, personal de limpieza, personal de mantenimiento	Riesgo de contagio por Sars-CoV-2	Nom-251, DOF: 24/03/2020, OMS, FDA	NOM-251 Norma de Buenas Prácticas de Higiene. Mexicana, DOF-Mexicana, OMS-Universal, FDA(Food and Drug Administration)-50 estados de Estados Unidos, el Distrito de Columbia, Puerto Rico, Guama, las Islas Virgenes, Samoa Americana y otros territorios y posesiones de Estados Unidos

Cuestionarios aplicados de las NTP-290 y NTP-380 adaptados.

Cuestionario para detección del Síndrome del Edificio Enfermo

La siguiente encuesta corresponde a un proyecto de Maestría en Ordenamiento del Territorio, tus respuestas nos ayudarán al mejoramiento de las condiciones en espacios cerrados. Es muy importante que contesten objetivamente cada pregunta, los resultados se manejarán de forma anónima. Marca el recuadro o casilla con número que corresponda a tus respuestas, los espacios vacíos favor de llenarlos

*** Indica que la pregunta es obligatoria**

1. Correo *

2. 1.- Número de salón

Selecciona todos los que correspondan.

102
 202
 302
 402
 Otro: _____

3. 2.- Edificio

Marca solo un óvalo.

ARQ 7
 ARQ 8
 ARQ 9
 ARQ 10

4. 3.- Edad

Marca solo un óvalo.

18-20 años
 21-25 años
 26-30 años
 31-40 años
 41-48 años
 49-60 años
 más de 60 años

5. 4.- Motivo por el que hace uso de este edificio

6. 5.- Carrera

Marca solo un óvalo.

Licenciatura Arquitectura
 Licenciatura Diseño Gráfico
 Licenciatura en Urbanismo y Diseño Ambiental
 Docente
 Personal mantenimiento

7. 6.- ¿Qué semestre estás cursando?

Marca solo un óvalo.

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 Otro: _____

8. 7.- Sexo

Marca solo un óvalo.

Mujer
 Hombre

9. 8.- ¿Cuántas horas a la semana pasas en este edificio? *

Selecciona todos los que correspondan.

1-5
 6-10
 11-20
 20-30
 mas de 40 hrs
 Otro: _____

10. 9.- ¿Qué días a la semana pasas en este edificio?

Selecciona todos los que correspondan.

Lunes
 Martes
 Miércoles
 Jueves
 Viernes
 Sábado
 Domingo

11. 10.- ¿En qué franja horaria tomas clases?

Marca solo un óvalo.

7 de la mañana a 12 del medio día
 13 de la tarde a 15 de la tarde
 16 de la tarde a 21 de la noche

12. 11.- Hay ruido que procede de:

Selecciona todos los que correspondan.

el sistema de ventilación
 los equipos de trabajo
 conversaciones
 otros(especificar)
 no hay ruido
 Opción 6
 Otro: _____

13. 12.- En relación a la ventilación:

Selecciona todos los que correspondan.

hay corrientes de aire
 falta de ventilación/estancamiento de aire
 otros(especificar)
 no hay problemas
 Otro: _____

14. 13.- La temperatura/humedad produce:

Selecciona todos los que correspondan.

demasiado calor
 demasiado frío
 demasiada humedad
 demasiada sequedad
 no crea problemas
 Otro: _____

15. 14.- Se perciben olores de :

Selecciona todos los que correspondan.

comida
 humo de tabaco
 corporales
 otros(especificar)
 no se perciben olores
 Otro: _____

16. 15.- La iluminación:

Selecciona todos los que correspondan.

es demasiado intensa
 es escasa
 produce deslumbramientos
 se producen parpadeos de la luz
 es correcta

17. 16.- Fuma en la escuela o salones

Selecciona todos los que correspondan.

si
 no

18. 17.- Si no es fumador, ¿considera que el humo del tabaco de los demás es perjudicial para la salud?

Marca solo un óvalo.

si
 no

19. 18.- ¿Se sienta a menos de 5m de las ventanas o accesos/ entradas?

Marca solo un óvalo.

si
 No

20. 19.- ¿Pueden abrirse las ventanas?

Marca solo un óvalo.

si
 No

21. 20.- En un radio aproximado de 10m del taller de diseño existe algún:

Selecciona todos los que correspondan.

equipos de cómputo
 celulares
 pantallas
 cañón
 Especificar
 Otro: _____

22. 21.- En los talleres de diseño le molesta:

Selecciona todos los que correspondan.

la distribución del mobiliario
 accesos adecuados
 tamaño del espacio
 otros(especificar)
 no le molestan estos aspectos
 Otro: _____

23. 22.- De la siguiente escala, ¿Qué sensación térmica percibes en este momento?

Marca solo un óvalo.

+3 muy caluroso
 +2 caluroso
 +1 ligeramente caluroso
 0 neutro
 -1 ligeramente fresco
 -2 fresco
 -3 frío

24. Las siguientes preguntas se refieren a ciertos síntomas que puede haber experimentado durante las clases. Anota solamente que considere relacionados con el edificio en donde toma clases. Por ejemplo, si normalmente sufre unos cuantos resfriados al año no ha de marcar los síntomas, pero si desde que está dentro de este salón o edificio ha observado que su frecuencia aumenta, entonces debe señalarlo. ¿En el último mes, ha experimentado alguno de los síntomas que se expresan a continuación y que considere relacionados con el salón o el edificio en el que se encuentra?

25. 23.- Selecciona o marca solo si presentas los siguientes **síntomas oculares**:

Selecciona todos los que correspondan.

enrojecimiento
 escozor / picor
 sequedad
 lagrimeo
 hinchazón
 visión borrosa

26. 24.- Utilización lentes de contacto: en caso afirmativo, presenta:

Selecciona todas las que correspondan.

- molestias
- depósitos / película
- otros (especificar)
- Otro: _____

27. 25.- Marca o selecciona solo si presentas alguno de los **Síntomas nasales**

Selecciona todas las que correspondan.

- hemorragia nasal
- congestión nasal
- sequedad nasal
- rinitis (goteo nasal)
- estornudos seguidos (más de 3)
- otros (especificar)

28. 26.- **Síntomas de garganta**

Selecciona todas las que correspondan.

- sequedad
- picor
- dolor
- otros (especificar)

29. 27.- **Síntomas de tensión:**

Selecciona todas las que correspondan.

- ansiedad
- irritabilidad
- insomnio
- agotamiento
- depresión
- sensación de pánico
- otros (especificar)

30. 28.- **Trastornos respiratorios:**

Selecciona todas las que correspondan.

- dificultad para respirar
- tos
- dolor en el pecho
- otros (especificar)

31. 29.- **Síntomas bucales:**

Selecciona todas las que correspondan.

- sabores extraños
- sequedad/ sensación de sed
- otros (especificar)

32. 30.- Selecciona o marca los **trastornos cutáneos** que presentes:

Selecciona todas las que correspondan.

- sequedad en piel
- erupciones
- escamas
- picor
- otros (especificar)

33. 31.- **Trastornos digestivos:**

Selecciona todas las que correspondan.

- mala digestión
- náuseas
- vómitos
- diarrea
- estreñimiento
- dolor / pinchazos
- otros (especificar)

34. 32.- **Síntomas dolorosos**

Selecciona todas las que correspondan.

- de espalda
- musculares
- articulaciones
- otros (especificar)

35. 33.- Síntomas parecidos a la gripe:

Selecciona todas las que correspondan.

- fiebre
- escalofríos
- debilidad
- otros (especificar)

36. 34.- Trastornos generales

Selecciona todas las que correspondan.

- apatía
- debilidad
- mareo
- dificultad de concentración
- dolor de cabeza
- aletargamiento de energía
- menstruación irregular

37. **Importante:** Por favor, anote sólo aquellos síntomas o molestias que le hayan ocurrido en los últimos 30 días y que mejoren al abandonar el edificio donde toma clases (ya sea inmediatamente después de algunas horas)

38. 35.- **OJOS**

Selecciona todas las que correspondan.

- sequedad
- escozor / picor
- lagrimeo

39. Mejoró al abandonar el edificio

Marca solo un óvalo.

SI

NO

40. Número de veces en los últimos 30 días

Marca solo un óvalo.

0

≤ 2

>2

41. 36.- NARIZ

Selecciona todos los que correspondan.

nariz tapada

sequedad

42. Mejoró al abandonar el edificio

Marca solo un óvalo.

SI

NO

43. Número de veces en los últimos 30 días

Marca solo un óvalo.

0

≤ 2

>2

44. 37.- GARGANTA

Selecciona todos los que correspondan.

sequedad

picor/escozor

45. Mejoró al abandonar el edificio

Marca solo un óvalo.

SI

NO

46. Número de veces en los últimos 30 días

Marca solo un óvalo.

0

≤ 2

>2

Tabla C. Contingencia de la percepción del ruido y trastornos generales periodo 1

Tabla cruzada- Hay ruido que procede de conversaciones, equipos, música con trastornos generales

		Trastornos generales									Total
		No hay síntomas	Falta de energía	Apatía	Debilidad	Dificultad de concentración	Dolor de cabeza	Mareo	Menstruación irregular		
Hay ruido que procede de:	No hay ruido	Recuento	134	14	9	1	10	10	2	0	180
		No hay ruido	74.4%	7.8%	5.0%	.6%	5.6%	5.6%	1.1%	0.0%	100.0%
		Trastornos generales	52.8%	100.0%	31.0%	3.7%	3.5%	9.4%	12.5%	0.0%	24.5%
		% del total	18.2%	1.9%	1.2%	.1%	1.4%	1.4%	.3%	0.0%	24.5%
	Conversaciones, equipos, música	Recuento	120	0	20	26	272	96	14	8	556
			Hay ruido que procede de:	21.6%	0.0%	3.6%	4.7%	48.9%	17.3%	2.5%	1.4%
		Trastornos generales	47.2%	0.0%	69.0%	96.3%	96.5%	90.6%	87.5%	100.0%	75.5%
Total		% del total	16.3%	0.0%	2.7%	3.5%	37.0%	13.0%	1.9%	1.1%	75.5%
		Recuento	254	14	29	27	282	106	16	8	736
		Hay ruido que procede de:	34.5%	1.9%	3.9%	3.7%	38.3%	14.4%	2.2%	1.1%	100.0%
		Trastornos generales	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	% del total	34.5%	1.9%	3.9%	3.7%	38.3%	14.4%	2.2%	1.1%	100.0%	

Tabla D. Contingencia de la percepción del ruido y trastornos generales periodo 2

Tabla cruzada- Hay ruido que procede de conversaciones, equipos, música con trastornos generales

		Trastornos generales									Total
		No hay síntomas	Falta de energía	Apatía	Debilidad	Dificultad de concentración	Dolor de cabeza	Mareo	Menstruación irregular		
HAY RUIDO QUE PROCEDE DE:	No hay problemas	Recuento	7	5	5	3	15	5	2	2	44
		No hay ruido	15.9%	11.4%	11.4%	6.8%	34.1%	11.4%	4.5%	4.5%	100.0%
		Trastornos generales	7.4%	100.0%	16.1%	20.0%	13.4%	9.6%	9.1%	15.4%	12.8%
		% del total	2.0%	1.5%	1.5%	.9%	4.4%	1.5%	.6%	.6%	12.8%
	Conversaciones, equipos, música	Recuento	87	0	26	12	97	47	20	11	300
			Hay ruido que procede de:	29.0%	0.0%	8.7%	4.0%	32.3%	15.7%	6.7%	3.7%
		Trastornos generales	92.6%	0.0%	83.9%	80.0%	86.6%	90.4%	90.9%	84.6%	87.2%
TOTAL		% del total	25.3%	0.0%	7.6%	3.5%	28.2%	13.7%	5.8%	3.2%	87.2%
		Recuento	94	5	31	15	112	52	22	13	344
		Hay ruido que procede de:	27.3%	1.5%	9.0%	4.4%	32.6%	15.1%	6.4%	3.8%	100.0%
		Trastornos generales	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	% del total	27.3%	1.5%	9.0%	4.4%	32.6%	15.1%	6.4%	3.8%	100.0%	

Tabla E. Contingencia de la percepción de la ventilación y afectación en ojos periodo 1

		Tabla cruzada		Afectaciones en ojos		Total
		No hay problemas	Falta de ventilación, estancamiento de aire	No hay síntomas	Escozor, lagrimeo, sequedad	
En relación con la ventilación	No hay problemas	Recuento		184	44	228
		En relación con la ventilación		80.7%	19.3%	100.0%
		Afectación en ojos		49.1%	12.2%	31.0%
		% del total		25.0%	6.0%	31.0%
	Falta de ventilación, estancamiento de aire	Recuento		191	317	508
		En relación con la ventilación		37.6%	62.4%	100.0%
		Afectación en ojos		50.9%	87.8%	69.0%
		% del total		26.0%	43.1%	69.0%
Total	Recuento		375	361	736	
	En relación con la ventilación		51.0%	49.0%	100.0%	
	Afectación en ojos		100.0%	100.0%	100.0%	
	% del total		51.0%	49.0%	100.0%	

Tabla F. Tabla cruzadas de la percepción térmica de Fanger y afectaciones en nariz.

Tabla cruzada periodo invierno			Tabla cruzada periodo primavera			
		Afectaciones en nariz		Afectaciones en nariz		
		Ningún síntoma	Nariz tapada, sequedad y escurrimiento nasal(goteo)	Ningún síntoma	Nariz tapada, sequedad y escurrimiento nasal(goteo)	
¿De la siguiente escala, qué sensación térmica percibes en este momento?	Mucho calor	% afectación en nariz	27.3%	72.7%	5.20%	12.80%
		% percepción térmica	.7%	2.6%	12.9%	21.5%
	Bastante calor	% afectación en nariz	44.9%	55.1%	8.70%	23.80%
		% percepción térmica	5.2%	8.7%	21.6%	40%
	Algo de calor	% afectación en nariz	45.4%	54.6%	11.90%	18.60%
		% percepción térmica	16.2%	26.9%	29.5%	31.20%
	Zona de confort-neutral	% afectación en nariz	93.6%	6.4%	13.10%	0.90%
		% percepción térmica	51.5%	4.9%	32.40%	1.5%
	Algo de frío	% afectación en nariz	28.1%	71.9%	0.90%	1.70%
		% percepción térmica	12.2%	43.0%	2.20%	2.90%
	Bastante frío	% afectación en nariz	61.5%	38.5%	0.60%	1.20%
		% percepción térmica	11.2%	9.7%	1.40%	2%
	Mucho frío	% afectación en nariz	50.0%	50.0%	0.00%	0.60%
		% percepción térmica	3.0%	4.2%	0.00%	1%
	Total	Recuento	427	309	139	205
		% afectación en nariz	58.0%	42.0%	40.40%	59.60%

Tabla G. Percepción de la escala de Fanger y afectaciones en la garganta del periodo 1

			Afectaciones en garganta	
			Ninguna afectación	Sequedad, picir y escozor
De la siguiente escala, ¿Qué sensación térmica percibes en este momento?	Mucho calor	% afectaciones en garganta	.9%	2.5%
		% del total	.5%	1.0%
	Bastante calor	% afectaciones en garganta	4.6%	10.2%
		% del total	2.9%	3.8%
	Algo de calor	% afectaciones en garganta	6.5%	44.4%
		% del total	4.1%	16.6%
	Zona de confort-neutro	% afectaciones en garganta	48.2%	4.7%
		% del total	30.2%	1.8%
	Algo de frío	% afectaciones en garganta	25.8%	24.0%
		% del total	16.2%	9.0%
	Bastante frío	% afectaciones en garganta	10.8%	10.2%
		% del total	6.8%	3.8%
	Mucho frío	% afectaciones en garganta	3.3%	4.0%
		% del total	2.0%	1.5%
Total	Escala de sensación térmica	100.0%	100.0%	

Tabla H. Percepción de la escala de Fanger y afectaciones en la garganta del periodo 2

			Afectaciones en garganta	
			Ninguna afectación	Sequedad, picor, escozor
De la siguiente escala, ¿Qué sensación térmica percibes en este momento?	Mucho calor	% afectaciones en garganta	13.8%	22.4%
		% del total	7.0%	11.0%
	Bastante calor	% afectaciones en garganta	28.2%	37.1%
		% del total	14.2%	18.3%
	Algo de calor	% afectaciones en garganta	28.2%	32.9%
		% del total	14.2%	16.3%
	Zona de confort-neutra	% afectaciones en garganta	25.9%	1.8%
		% del total	13.1%	.9%
	Algo de frío	% afectaciones en garganta	2.3%	2.9%
		% del total	1.2%	1.5%
	Bastante frío	% afectaciones en garganta	1.7%	1.8%
		% del total	.9%	.9%
	Mucho frío	% afectaciones en garganta	0.0%	1.2%
		% del total	0.0%	.6%
Total	Escala de sensación térmica	100.0%	100.0%	

Tabla I. Contingencia de la percepción de la ventilación y afectación en ojos primavera

Tabla cruzada

		Afectaciones en ojos		Total	
		No hay síntomas	Escozor, lagrimeo, sequedad		
En relación con la ventilación:	No hay problemas	Recuento	14	33	47
		En relación con la ventilación:	29.8%	70.2%	100.0%
		Ojos	10.1%	16.1%	13.7%
		% del total	4.1%	9.6%	13.7%
	Falta de ventilación, estancamiento	Recuento	125	172	297
		En relación con la ventilación:	42.1%	57.9%	100.0%
		Ojos	89.9%	83.9%	86.3%
		% del total	36.3%	50.0%	86.3%
Total	Recuento	139	205	344	
	En relación con la ventilación:	40.4%	59.6%	100.0%	
	Ojos	100.0%	100.0%	100.0%	
	% del total	40.4%	59.6%	100.0%	

Tabla J. Contingencia de la percepción de la ventilación y afectación en nariz invierno

		39.- Nariz		Total	
		No hay síntomas	Nariz tapada, sequedad, escurrimiento nasal		
13.- En relación con la ventilación	No hay problemas	Recuento	151	77	228
		En relación con la ventilación	66.2%	33.8%	100.0%
		Afectaciones en nariz	36.4%	24.0%	31.0%
		% del total	20.5%	10.5%	31.0%
	Falta de ventilación, estancamiento de aire	Recuento	264	244	508
		En relación con la ventilación	52.0%	48.0%	100.0%
		Afectaciones en nariz	63.6%	76.0%	69.0%
		% del total	35.9%	33.2%	69.0%
Total	Recuento	415	321	736	
	En relación con la ventilación	56.4%	43.6%	100.0%	
	Afectaciones en nariz	100.0%	100.0%	100.0%	
	% del total	56.4%	43.6%	100.0%	

Tabla K. Contingencia de la percepción de la ventilación y afectación en nariz periodo 2

		41.- Nariz		Total	
		No hay síntomas	Nariz tapada, sequedad, escurrimiento nasal		
13.- En relación con la ventilación:	No hay problemas	Recuento	20	27	47
		En relación con la ventilación:	42.60%	57.40%	100.00%
		Nariz	14.80%	78.00%	13.70%
		% del total	5.80%	7.90%	13.70%
	Falta de ventilación, estancamiento	Recuento	115	182	297
		En relación con la ventilación:	38.70%	61.30%	100.00%
		Nariz	85.20%	87.80%	86.30%
		% del total	33.40%	53.00%	86.30%
Total	Recuento	135	209	344	
	En relación con la ventilación:	39.20%	60.80%	100.00%	
	Nariz	100.00%	100.00%	100.00%	
	% del total	39.20%	60.80%	100.00%	

Tabla L. Contingencia de la percepción de la ventilación y afectaciones en la garganta periodo 1

Tabla cruzada					
			42.- Garganta		Total
			No hay síntomas	Sequedad, picor, escozor	
13.- En relación con la ventilación	No hay problemas	Recuento	216	12	228
		En relación con la ventilación	94.7%	5.3%	100.0%
		Síntomas en garganta	47.0%	4.3%	31.0%
		% del total	29.3%	1.6%	31.0%
	Falta de ventilación, estancamiento de aire	Recuento	244	264	508
		En relación con la ventilación	48.0%	52.0%	100.0%
		Síntomas en garganta	53.0%	95.7%	69.0%
		% del total	33.2%	35.9%	69.0%
Total		Recuento	460	276	736
		% dentro de 13.- En relación con la ventilación	62.5%	37.5%	100.0%
		% dentro de 42.- Garganta	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	62.5%	37.5%	100.0%

Tabla M. Contingencia de la percepción de la ventilación y afectaciones en la garganta periodo 2

Tabla cruzada					
			44.- Garganta		Total
			No hay síntomas	Sequedad, picor, escozor	
13.- En relación con la ventilación:	No hay problemas	Recuento	44	3	47
		En relación con la ventilación:	93.6%	6.4%	100.0%
		Garganta	25.3%	1.8%	13.7%
		% del total	12.8%	.9%	13.7%
	Falta de ventilación, estancamiento	Recuento	130	167	297
		En relación con la ventilación:	43.8%	56.2%	100.0%
		Garganta	74.7%	98.2%	86.3%
		% del total	37.8%	48.5%	86.3%
Total		Recuento	174	170	344
		En relación con la ventilación:	50.6%	49.4%	100.0%
		Garganta	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	50.6%	49.4%	100.0%

Tabla N. Contingencia de la percepción de la iluminación y afectación en ojos periodo 1

			Afectaciones en ojos		Total
			No hay síntomas	Escozor, lagrimeo, sequedad	
La iluminación:	Es correcta	Recuento	341	118	459
		La iluminación:	74.3%	25.7%	100.0%
		Afectaciones en ojos	90.9%	32.7%	62.4%
		% del total	46.3%	16.0%	62.4%
	Demasiado intensa	Recuento	1	12	13
		La iluminación:	7.7%	92.3%	100.0%
		Afectaciones en ojos	.3%	3.3%	1.8%
		% del total	.1%	1.6%	1.8%
	Es escasa	Recuento	6	103	109
		La iluminación:	5.5%	94.5%	100.0%
		Afectaciones en ojos	1.6%	28.5%	14.8%
		% del total	.8%	14.0%	14.8%
	Produce deslumbramientos	Recuento	6	49	55
		La iluminación:	10.9%	89.1%	100.0%
		Afectaciones en ojos	1.6%	13.6%	7.5%
		% del total	.8%	6.7%	7.5%
	Produce parpadeos	Recuento	21	79	100
		La iluminación:	21.0%	79.0%	100.0%
Afectaciones en ojos		5.6%	21.9%	13.6%	
	% del total	2.9%	10.7%	13.6%	
Total	Recuento	375	361	736	
	La iluminación:	51.0%	49.0%	100.0%	
	Afectaciones en ojos	100.0%	100.0%	100.0%	
		% del total	51.0%	49.0%	100.0%

Tabla O. Contingencia de la percepción de la iluminación y afectación en ojos periodo 2

			Afectaciones en ojos		Total
			No hay síntomas	Escozor, lagrimeo, sequedad	
La iluminación:	Es correcta	Recuento	5	7	12
		La iluminación:	41.7%	58.3%	100.0%
		Ojos	3.6%	3.4%	3.5%
		% del total	1.5%	2.0%	3.5%
	Demasiado intensa	Recuento	86	149	235
		La iluminación:	36.6%	63.4%	100.0%
		Ojos	61.9%	72.7%	68.3%
		% del total	25.0%	43.3%	68.3%
	Escasa	Recuento	18	16	34
		La iluminación:	52.9%	47.1%	100.0%
		Ojos	12.9%	7.8%	9.9%
		% del total	5.2%	4.7%	9.9%
	Produce deslumbramientos	Recuento	21	15	36
		La iluminación:	58.3%	41.7%	100.0%
		Ojos	15.1%	7.3%	10.5%
		% del total	6.1%	4.4%	10.5%
	Produce parpadeos	Recuento	9	18	27
		La iluminación:	33.3%	66.7%	100.0%
Ojos		6.5%	8.8%	7.8%	
	% del total	2.6%	5.2%	7.8%	
Total	Recuento	139	205	344	
	La iluminación:	40.4%	59.6%	100.0%	
	Ojos	100.0%	100.0%	100.0%	
		% del total	40.4%	59.6%	100.0%