

21. Medio Ambiente

Determinación de la concentración de dióxido de carbono en aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís

Aguilera Estigarribia, Víctor Ariel; Benítez Villagra, Julio César;
Viveros Ávalos, Fabián Manuel

Universidad Nacional del Este
Facultad de Ingeniería Agronómica
Minga Guazú - Alto Paraná-Paraguay
julio.cde@hotmail.com, manu_vive90@hotmail.com

RESUMEN

El dióxido de carbono es un componente natural de la atmósfera terrestre, producto normal de procesos como la respiración, la descomposición y la combustión. Altas concentraciones pueden afectar el aire de interiores y en consecuencia la salud humana. Para determinar la concentración de dióxido de carbono del Centro Educacional San Francisco de Asís, ubicado en el barrio Carolina de Ciudad del Este. Se realizó una investigación del tipo de descriptivo transversal y no experimental. Se levantaron datos en tres diferentes aulas a través del medidor automático de dióxido de carbono KANOMAX, dicho aparato mide la concentración de dióxido de carbono en ppm (parte por millón), y los resultados fueron comparados con estándares internacionales. El Aula 1 tuvo una media de 1013 ppm, el Aula 2 una media de 1047 ppm y el aula 3 una media de 1155 ppm, ninguno de estos valores superan las concentraciones máximas recomendadas por organismos internacionales, que es de 5000 ppm para interiores.

Palabras clave:

Concentración, dióxido de carbono

I. INTRODUCCIÓN

El CO₂ es un gas que se encuentra en la atmósfera, es producido principalmente por la quema de combustibles fósiles y es producto de la respiración.

La concentración de CO₂ en la atmósfera ha ido en aumento en los últimos años, esto es a causa de la alta combustión de combustibles fósiles y la deforestación.

Altas concentraciones pueden afectar la calidad del aire en interiores y en consecuencia a la salud humana produciendo mareos, dolor de cabeza, somnolencia y problemas respiratorios. A esto se le atribuye también el nombre de edificio enfermo en los cuales la mayoría de los ocupantes experimentan efectos sobre la salud relacionados con el tiempo en que pasan en el edificio.

El término de calidad de aire interior solo se aplica a ambiente de interiores no industriales, tales como edificios de oficinas, edificios públicos como colegios, lugares de ocio, restaurantes; viviendas particulares, etc. En los últimos años ha cobrado especial importancia al asociarse al término de edificio enfermo que comprende un amplio rango de síntomas o enfermedades que las personas que trabajan o habitan dicho edificio atribuyen al edificio en sí.

Según la NJDHSS (1988), la exposición al dióxido de carbono puede causar dolor de cabeza, mareo, dificultad para respirar, temblores, confusión, y tintineo en los oídos. A niveles mayores puede causar convulsiones, coma y muerte.

Cuidando la calidad del aire interior se cuida de la salud de las personas que viven o trabajan o bien que pasan un tiempo considerable en el interior de un edificio. Por ese motivo hemos decidido evaluar la calidad del aire en aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís, específicamente la concentración de dióxido de carbono.

Existe una creciente preocupación acerca de los efectos que tiene sobre la salud este factor, los organismos como la OMS entre otros presentan informes y estudios relacionados con la contaminación del aire interior y afirman que en los países en vías de desarrollo la contaminación del aire interior podría ser mayor debido al uso de combustibles fósiles principalmente en viviendas y esto

contribuye significativamente a los efectos en la salud respiratoria; aunque es difícil estimar por separado la carga de enfermedades exclusivamente a la contaminación del aire en interiores.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la concentración de dióxido de carbono en distintas aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de dióxido de carbono en tres aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís.
2. Comparar el nivel de concentración de Dióxido de carbono de las aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís en estudio
3. Comparar los resultados obtenidos con estándares internacionales de niveles permitidos de concentración de Dióxido de Carbono en interiores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en el Centro Educacional San Francisco de Asís (CESFA). Ubicado en el km 7, barrio Carolina del distrito de Ciudad del Este, capital del departamento de Alto Paraná. A 1200 metros de la ruta Internacional Nº 7 Dr. José Gaspar Rodríguez de Francia.

4.2. Características de la Zona

Ciudad del Este es una ciudad del extremo Este del Paraguay, capital del Departamento de Alto Paraná, situada a 327 km de la capital del país, Asunción. Por su población y por su desarrollo económico, es la segunda ciudad más importante del Paraguay, contando con 396.091 habitantes.

Forma parte de la zona conocida como la Triple Frontera, en donde contacta la soberanía paraguaya con la del Brasil —en Foz do Iguazú—, y con la soberanía de la Argentina —en Puerto Iguazú—.

4.3. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue de carácter descriptivo, transversal y no experimental. Este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o proceso de los fenómenos. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. (Hernández y otros 2003)

4.5. Diagnostico Preliminar

El Centro Educacional San Francisco de Asís (CESFA) ofrece a la comunidad clases del nivel preescolar, inicial, medio y curso acelerado. Los turnos de clase son de mañana, tarde y noche.

Posee una población aproximada de 500 alumnos distribuidos en aulas de diferentes dimensiones.

4.6. Levantamiento de Datos Y Análisis De Los Mismos

La medición se llevó a cabo en tres aulas diferentes, dos aulas pertenecen al turno noche y una aula al turno mañana, todas las aulas poseían las mismas características en cuanto a dimensión (5m x 5m).

La determinación de la concentración de dióxido de carbono en aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís (CESFA) se realizó con los siguientes criterios:

La medición se realizó 10 minutos antes del inicio de la clase con una frecuencia de 2 segundos entre cada medición utilizando el software IAQmonitor, dicho software almacena los datos obtenidos del medidor en una tabla Excel. La medición culminó 10 minutos después al término de clase.

Una vez obtenidos los datos procedentes de cada día se calcularon la media aritmética a través de la siguiente fórmula

$$M_d = C_t \div N$$

En donde M_d : media del día

C_t : cantidad total, suma de todas las mediciones.

N : número de mediciones

4.7. Muestras Estudiadas

El aula 1 pertenecía del turno mañana con una población total de 17 alumnos y 1 profesora.

El aula 2 es del turno noche con una población total 14 alumnos y 1 profesora.

El aula 3, al igual que el aula 2, pertenecía al turno noche y poseía una población de 23 alumnos y 1 profesora.

En cada aula se recolectaron dos veces los datos, en diferentes días. A través de un software automático, permitiendo así comenzar la medición 10 minutos antes del inicio de clase hasta 10 minutos después que la clase haya sido vaciada.

4.8. Variables Evaluadas

- Determinación de la concentración de dióxido de carbono: la medición se realizó en aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís ubicado en el Barrio Carolina de Ciudad del Este a través del medidor automático de dióxido de carbono KANOMAX.
- Comparación de la concentración en las diferentes aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís: los valores obtenidos fueron comparados entre sí.
- Comparación de la concentración de dióxido de carbono en las diferentes aulas del Centro Educacional San Francisco de Asís: los valores obtenidos durante la

medición fueron comparados con estándares internacionales establecidos por INSHLT, NIOSH y ACGIH.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Concentración de dióxido de carbono en las aulas

5.1.1. Medición en el aula 1

La medición en el aula 1 se realizó con alumnos del 3er año de la media del turno mañana, la cantidad de alumnos en el momento (tanto DIA 1 y DIA 2) de la medición fue de 17 alumnos y 1 profesora. De los cuales 8 eran del sexo masculino y 8 del sexo femenino. Los resultados fueron:

Cuadro1. Concentración media de dióxido de carbono en el Aula 1. Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

Concentración media de dióxido de carbono en el Aula 1		
Día	Concentración (ppm)	Cantidad de alumnos
1	1041	17
2	986	17

Existe una pequeña variación entre el día 1 y el día 2, el valor más alto fue en el primer día, alcanzando una media de 1041 ppm. En el segundo día hubo una media de 986 ppm.

Cabe resaltar que antes de la primera medición los alumnos se encontraban practicando ejercicios físicos, esto explica la diferencia de concentración en ambos días, pues según Seoáñez (2002) el CO₂ se produce en la respiración, y al practicar ejercicios físicos la respiración aumenta.

1.2. Medición en el aula 2

La medición en el aula 2 se realizó con alumnos del 9no grado del turno noche, la cantidad de alumnos que estuvieron presentes en el primer día durante el trabajo era de 9 alumnos y 1 profesora, de los cuales 2 eran del sexo masculino y 8 del sexo femenino, sin embargo en el segundo día la cantidad de personas presentes en la medición fue de 14 alumnos y 1 profesora; de los cuales 11 eran del sexo femenino y 3 del sexo masculino. Los resultados fueron:

Cuadro2. Concentración media de dióxido de carbono en el Aula 2. Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

Concentración media de dióxido de carbono en el Aula 2		
Día	Concentración (ppm)	Cantidad de alumnos
1	944	9
2	1150	14

El primer día de medición se obtuvo una media de 944 ppm, el valor más alto se obtuvo en el segundo día, alcanzando una media de 1150 ppm.

En ambos días de la medición las ventanas y la puerta fueron cerradas para evitar la entrada del aire exterior que pudiera alterar los valores de dióxido de carbono del interior. La diferencia de concentración de dióxido de carbono se debe al aumento de cantidad de alumnos en el segundo día.

5.1.3. Medición en el aula 3

La medición del aula 3 se realizó con alumnos del 3er módulo del curso acelerado (turno noche). La cantidad de personas que estuvieron durante la medición fue de 23 alumnos y 1 profesora (ambos días), de los cuales 19 del sexo femenino y 5 del sexo masculino. Los resultados fueron:

Cuadro3. Concentración media de dióxido de carbono en el Aula 3. Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

Concentración media de dióxido de carbono en el Aula 3		
Día	Concentración (ppm)	Cantidad de alumnos
1	1228	23
2	1083	23

El valor más alto se presentó el primer día, con una media de 1228 ppm, el segundo día la media descendió a un valor de 1083 ppm. El valor más alto se obtuvo el primer día. Esto debido a que, a diferencia del segundo día, el aire acondicionado se encontraba funcionando, provocando así que el aire exterior ingrese al interior del aula. La **INSHT** (1998) explica que uno de los motivos de concentración alta de dióxido de carbono en las tomas de aire (del aire acondicionado) es la existencia de focos contaminantes exteriores (existencia de muelle de carga de camiones, tráfico elevado, etc.)

5.1.4. Medía del dióxido de carbono por aula en ppm

El aula que presentó menor concentración de dióxido de carbono fue el aula 1, con 1013 ppm. El aula 2 fue la segunda aula con mayor concentración, presentó una media total de 1047 ppm. La mayor concentración se obtuvo en el aula 3, con una concentración de 1155 ppm.

La media total de cada aula que se midieron fueron:

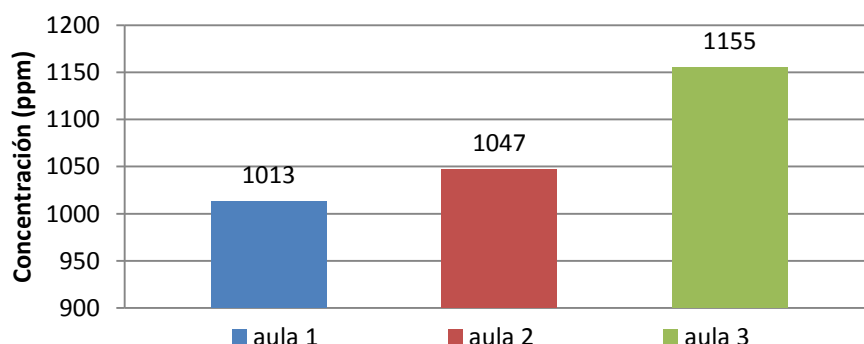


Gráfico1. Media del dióxido de carbono por aula en ppm. Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

Los datos obtenidos durante la medición no presentaron mucha diferencia, el aula que presentó mayor concentración de dióxido de carbono fue el aula 3. Esto debido a que el primer día de la medición el aire acondicionado estaba encendido, a pesar de que en el segundo día de la medición el aire acondicionado se encontraba desligado los valores obtenidos en el primer día influyeron en la media final del Aula 3.

El aula 2 fue la segunda clase con mayor concentración de dióxido de carbono y el Aula 1 con menor concentración. En ambos casos fueron controlados los factores externos (ventanas y puertas cerradas, aire acondicionado desligado).

5.1.5. Comparación con estándares internacionales

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene Laboral de España (INSHLT), La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) del Departamento de Trabajo de Estados Unidos, el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), afirman que el límite mínimo de exposición al dióxido de carbono es de 5000 ppm.

En el siguiente gráfico se observa la comparación con estándares internacionales

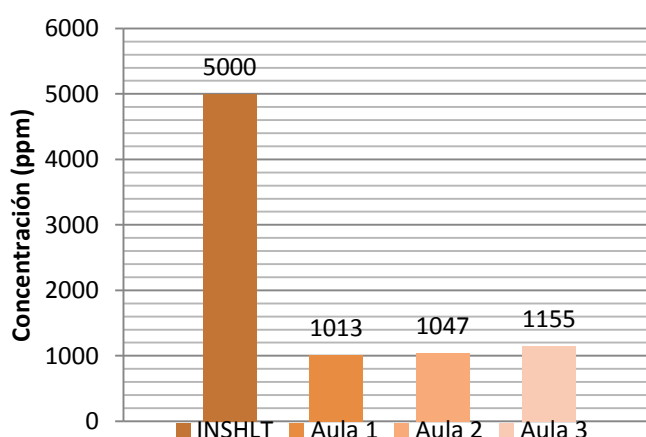


Gráfico2. Comparación de los resultados con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene Laboral (INSHLT). Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

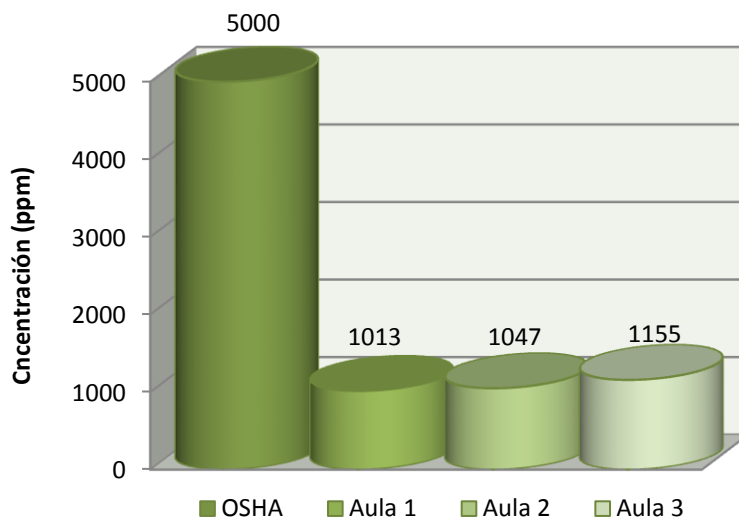


Gráfico3. Comparación de los resultados con la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA). Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

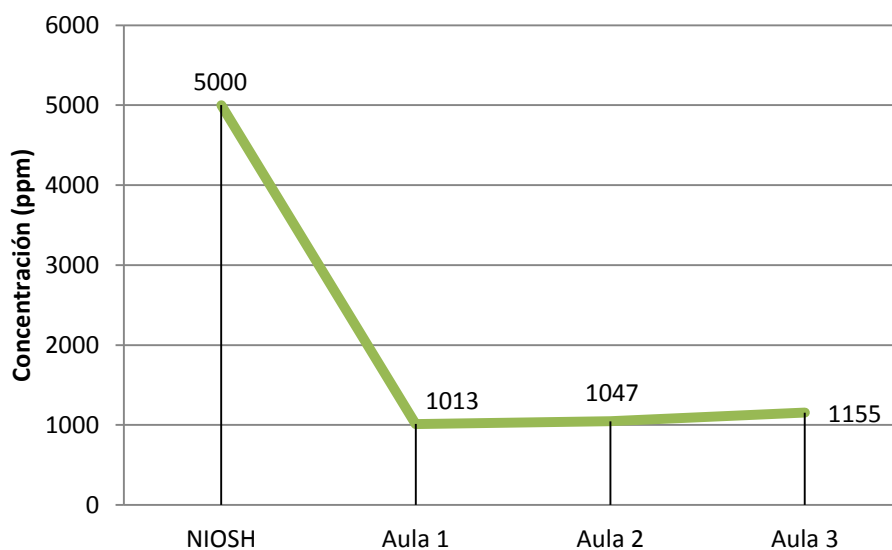


Gráfico4. Comparación de los resultados con el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

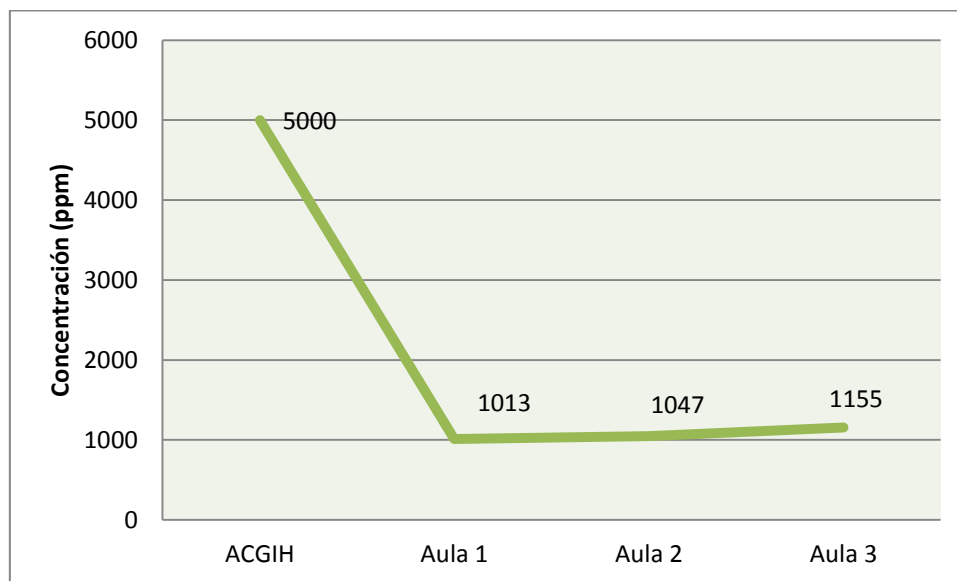


Gráfico5. Comparación de los resultados con la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). Centro Educacional San Francisco de Asís. 2013

Los resultados demuestran que la concentración de dióxido de carbono no supera el límite máximo de exposición diario.

Cabe resaltar que la mayoría los valores obtenidos durante las mediciones alcanzaron concentraciones superiores a 1000 ppm debido a que se no se permitió la circulación del aire interior. Según INSHT (1998) se recomienda que los valores de concentración de dióxido de carbono no debe superar los valores de 1000 ppm para evitar malos olores (...) se considera que la ventilación es inadecuada cuando se superan los 1000 ppm de dióxido de carbono.

V. CONCLUSIÓN

El aula que presentó una mayor concentración de dióxido de carbono fue el aula 3 con 1155 ppm de concentración. No hubo mucha diferencia entre los valores medidos, el aula 1 tuvo una concentración media de 1013 ppm y el aula 2 una concentración de 1047 ppm.

Los estándares internacionales afirman que la concentración de dióxido de carbono en interiores no debe superar los 5000 ppm, ninguna de las concentraciones superó las concentraciones máximas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Hernández y Otros. (2003). Metodología de la Investigación. 3ra. Ed. México. Mc Graw Hill 705 p.

Seoáñez, Mariano. 2002. Tratado de la contaminación: Problemas, tratamiento y gestión: Ed. Mundi Prensa. 1111 P.

INSHT1998 NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior (En línea). Madrid, España. Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_549.pdf