

ENTROPÍA AMBIENTAL EN EL ENTORNO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PANAMERICANA DEL PUERTO

(Environmental entropy in the surroundings of the Research Center of the Universidad Panamericana del Puerto)

Adriana Guillén de Oroño

Universidad Panamericana del Puerto. Puerto Cabello-Estado Carabobo, Venezuela.
adrianguillenbenitez@gmail.com

Ensayo

Recibido: 12-03-2021

Aceptado: 25-03-2021

RESUMEN

En la actualidad, hablar de molienda, es sinónimo de contaminación en el aire y enfermedad respiratoria (asma, alergias, bronquitis) producto del polvo emitido durante su proceso. Es una creencia que tienen las personas residenciadas cerca de ese tipo de empresas. Desde allí, se parte con dudas sobre la temática de estudio de la entropía ambiental en el entorno del Centro de Investigación de Fermentación y Molinería, CIFEM, que se encuentra en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Panamericana del Puerto, UNIPAP. Se buscó indagar en este tipo de transformaciones, emisión de partículas durante el proceso y su caos en el ambiente. Se sustenta este estudio, con trabajos especiales de grado (para optar al título de ingenieros en molinería), investigación internacional (sobre emisión de contaminantes al ambiente, se basaron en encuestas). Adicional, se aplicaron técnicas del diagrama de Ishikawa y entrevista a profundidad con expertos molineros. El paradigma que guio el artículo fue el de la complejidad, para ello se utilizó técnicas variadas que emergieron en el momento que se estaba investigando, como la encuesta y entrevista en el molino de minerales, cereales, datos estadísticos del estudio de la calidad ambiental, entre otros. En esta indagación llegó a una construcción de una aproximación teórica preliminar de la entropía ambiental.

Palabras Clave: entropía ambiental, Centro de Investigación, molienda, complejidad.

SUMMARY

At present, talking about grinding is synonymous with air pollution and respiratory disease (asthma, allergies, bronchitis) product of the dust emitted during its process. It is a belief that people residing near these types of companies have. From there, one starts with doubts about the study of environmental entropy in the environment of the Fermentation and Milling Research Center, CIFEM, which is located in the Faculty of Engineering of the Universidad Panamericana of Puerto, UNIPAP. It was sought to investigate this type of transformation, emission of particles during the process and its chaos in the environment. This research is supported by special degree works (to qualify for the degree of milling engineers), international research (on emission of pollutants into the environment, based on surveys). Additionally, Ishikawa diagram techniques and an in-depth interview with expert millers were applied. The paradigm that guided the article was complexity, for which various techniques that emerged at the time it was being investigated were used, such as the survey and interview in the mineral mill, cereals, and statistical data from the study of environmental quality, among others. In this research, a construction of a preliminary theoretical approximation of environmental entropy was reached.

Key Words: Environmental entropy, Research Center, grinding, complexity.

INTRODUCCIÓN

Los Centros de Investigación, son departamentos encargados de proyectos conectados con estrategias específicas; consideradas unidades operativas productoras y divulgadoras del conocimiento. Estos saberes, se encuentran estructurados dentro de programas y líneas de investigación de cada Institución, las mismas están clasificadas de acuerdo a la visión y políticas que vinculan la pertinencia corporativa y social, con el análisis del contenido, engrandeciendo a la Universidad con una identidad académica en el área de la investigación.

En este artículo, se toman conceptos de otras ciencias, como la segunda ley de la termodinámica (entropía), para explicar el desorden ambiental y el uso de fuentes muy diversas para apoyar la investigación como la fase racional, que suele ser la epistemología positivista y en oposición a la reconstrucción de una parte irracional, apoyándose con diferentes métodos .

Morín (2001), plantea la formidable complejidad; cuando constituyen el carácter positivo y negativo, de la misma magnitud los términos entropía/ neguentropía, corresponden a procesos antagonista desde el punto de vista de la organización, desorganización /degeneración, reorganización/regeneración, vida /muerte, están tan íntima, unidas y mezcladas, de maneras indiscutiblemente concurrentes, complementarias e incierta. Para el pensamiento complejo es necesario distinguir sin desarticular y asociar sin reducir, uniendo

DESARROLLO

Los centros de investigación son unidades generativas, generadoras y difusoras del conocimiento responsables de los proyectos relacionados con un área estratégica específica, estructurados dentro de programas

saberes de diferentes disciplinas.

Leal (2017), en su libro *Autonomía del sujeto Investigador y la Metodología de Investigación*, hace alusión al filósofo Paul Feyerabend y su libro, *Contra el Método*: ...no se puede proveer una metodología y racionalidad para la ciencia, ya que todas las metodologías tienen sus limitaciones y defiende el “vale todo” como el único método respetado por todos los científicos en la historia de la ciencia. Tomando en cuenta lo ante expuesto, donde se admite el no seguimiento de las normas metodológicas rígidas, la no linealidad en el proceso de producción y la disposición de métodos diferentes para la elaboración de productos científicos, se da origen a este artículo.

La tesis doctoral guarda relación con el presente artículo, donde la investigación, parte de la duda referente a la entropía ambiental en el entorno de CIFEM, por las características de las investigaciones que se realizan en el área, ejemplo: cernido, moliendas de cereales, tubérculos, leguminosas, entre otras, originando polvos en cada etapa. En la exploración se tomó como base el enfoque de la complejidad, lo que implica que este estudio parte de no pretender llegar a encontrar una única solución óptima. Es una aproximación a la entropía ambiental, en el entorno del Centro de Investigación, generado por el polvo desde un sistema complejo, que requiere tomar en cuenta, diferentes puntos de vista.

y líneas de investigación relevantes del conocimiento, priorizadas por la visión y políticas institucionales, que enlazan la pertinencia corporativa y social con el análisis del argumento y que ilustran a la universidad

una identidad académica en el campo de la investigación. Por lo anteriormente expuesto, se consideró el Centro de Investigación de Fermentación y Molinería (CIFEM), ubicado en la Universidad Panamericana del Puerto, como área de estudio de la contaminación ambiental producida en las prácticas de molinería ubicados en CIFEM.

En el procesamiento de granos se generan emisiones de material particulado, producto de la recepción, manipulación y molienda de granos. La presencia de polvo en cantidades y durante periodos de tiempo suficiente resulta dañinos para el ser humano (Jiménez 2017). Sucede que la molienda es un proceso físico por medio de la cual los cuerpos sólidos en partes o granos más o menos grandes, se disminuyen mecánicamente a las medidas de la arena, sémola, harina y polvo (Fava y Saturno, 2014); siendo este formado por partículas coloidales minúsculas emitidas a la atmósfera por elementos naturales, por procesos mecánicos o industriales, por transporte de materiales, explosión y otros. Al mismo tiempo, está involucrado en el proceso la clasificación de las partículas; ya sean, las diferentes a la materia prima llamadas impurezas, o bien, la que se origina de la materia prima (harina fina, granular y polvo) separándole por tamaño y forma aplicando un cernido.

Por tanto, la contaminación, el cambio climático y toda la crisis por la que atraviesa el ambiente nos lleva a formular la siguiente pregunta ¿Cuál será el nivel de conocimiento del ser humano acerca de la entropía ambiental? Esto nos traslada a cuestionarnos sobre ¿Conocemos de políticas ambientales? ¿Cuándo se considera el polvo peligroso a la salud?

En este sentido Leff (2003), plantea que la crisis ambiental es un juicio a la naturaleza y su papel en el mundo, desde el punto de vista del tiempo y la entropía como leyes

de la materia y la vida. Siendo esta crisis, el resultado del desconocimiento de la segunda ley de la termodinámica (Entropía), que ha desencadenado en el imaginario economicista, dicho en otras palabras, un deseo de crecimiento, de una producción sin fin. Del mismo modo, Zahumenszky (2017), expresa que la entropía sirve para explicar lo que sucede en los procesos físicos, midiendo el grado de desorden de un sistema.

Al mismo tiempo, Martínez (2005), en su estudio, clasifica la contaminación ambiental en dos partes, primero: natural y los antropogénicos, segundo: incluye procesos de conversión gas-partículas en la atmósfera, como los nitratos a partir de hidrocarburos gaseosos de $0,1 \mu$ a 4μ transportándose a más de 1.000km en un tiempo aproximado de residencia de 10 días; influyendo en las diferentes facetas medioambientales que afectan directamente al ser humano, en cuanto a la presencia de partículas en la atmósfera y la pérdida de visibilidad.

Por otra parte, Hernández y Noguera (2008), determinaron los puntos críticos de producción de polvo. Además, detectaron que, en la fábrica de granito, el proceso productivo genera emisiones de poluentes provenientes de la fase secundaria y terciaria (molienda y cernido), lo que produce un evidente daño al ambiente y afecta la salud de los trabajadores involucrados directamente en el proceso debido a su exposición continua, generando responsabilidades laborales. Los resultados obtenidos en la investigación, demostraron que el 80% de los encuestados están de acuerdo que todo proceso de molienda de granito, produce polvo. Sin embargo, este polvo, no causa daño al ambiente, a los equipos y a la salud del trabajador. También, logran concluir con la entrevista a los operarios de los equipos que la mayor cantidad de emisión de polvo proviene en primer lugar del área de molienda, le sigue la picadora y posteriormente el cernido.

De acuerdo a estos resultados, todo proceso de perforación y molienda, incluso con equipos dotados de sistema de control de polvo, puede dejar escapar cierta cantidad de partículas al ambiente. En ese caso, se presentó la duda: ¿será que hay una entropía ambiental en el entorno del Centro de Investigación, causada por la cantidad de polvo que se origina durante el proceso? Según las investigadoras; Hernández y Noguera (2008), se considera polvo, aquellas partículas sólidas con un diámetro aproximado de 500 μ ; ejemplo, el tamaño de las arenas, sal gruesa y materia fina entre (0,1 y 5) μ , conocido como polvo respirable.

En este sentido, la Ley de bases del Medio Ambiente (Chile, 2020), expresa en el artículo 2, literal d) contaminante es todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico, derivado biológico, energía, radiación, vibración ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente en ciertos niveles, concentraciones o periodo de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

Por tanto, se realizó una indagación en el laboratorio de CIFEM, específicamente en el área de molinería para evidenciar su uso y como se lleva a cabo la recolección, la segregación y disposición de sólidos generados durante las prácticas de molinería. En ese caso, se utilizó también el estudio enmarcado en el paradigma interpretativo de tipo cualitativo, empleando diagrama de Ishikawa (espina de pescado) de causa-efecto, realizado por estudiantes de la Facultad de Ingeniería, combinado con entrevistas a profundidad a dos (2) docentes especialistas en el área de la molinería para así determinar si hay entropía ambiental en el entorno del CIFEM.

Los resultados obtenidos en el diagrama

de Ishikawa fueron los siguientes: presencia de polvo y restos de partículas sólidas gruesas sobre la superficie de los mesones y algunos equipos, las cuales originan contaminación ambiental, a las maquinas, al producto elaborado y a las personas situadas dentro del área. De lo anterior se desprende, que no existe presencia de envases para residuos en las distintas áreas del centro; por consiguiente, parte de la solución, es la dotación de envases con sus tapas para los productos de desechos (clasificándolos) y ubicándolos en sitios adecuados para colocar los diferentes residuos provenientes del centro de investigación.

Por otro lado, los resultados obtenidos de la entrevista a los dos (2) expertos en el área de la molinería, fueron los siguientes: Primer entrevistado: (Guevara, 2020), se le preguntó, ¿será que el entorno del Centro de Investigación de Fermentación y Molinería es parecido al entorno del laboratorio de un molino o una empresa de procesos de fermentación, en relación a la contaminación ambiental que existe, producto de su utilización? Cuando hablamos de entorno, estamos hablando de factores que rodean una actividad. En el caso genérico, el entorno de una industria debe estar localizado precisamente en áreas que están destinadas para ellas y dentro de ese entorno industrial entraría, el molino, que tiene su entropía ambiental, por así llamarla y a su vez, dentro del molino se encuentra el laboratorio que contribuye con su propia entropía ambiental a todo el entorno, cumpliendo con su necesidad o las del molino.

En el caso del Centro de Investigación que se encuentra en la Facultad de Ingeniería, de la UNIPAP, su entorno, por supuesto, tiene quizás objetivos distintos al laboratorio de un molino, empezando por la cantidad de muestras que recibe, es sumamente menor, así como los gastos energéticos internos y, si hablamos de cantidades asociadas a los posibles elementos generadores de contaminación,

indudablemente y proporcionalmente su impacto o su contribución a la dispersión y modificación entrópica de su entorno, va a ser menor.

Entonces, ¿será que hay una entropía ambiental en el entorno del CIFEM causada por la cantidad de polvo que sale durante el proceso de las prácticas? Si la comparamos en términos cuantitativos y cualitativos, con un laboratorio de un molino de cereales, indudablemente que el del CIFEM, pudiésemos decir que va a generar un cambio de entropía ambiental muy leve, partiendo de que la cantidad de tareas que se efectúan en el laboratorio del molino, es más grande que las que se ejecutan en el laboratorio del CIFEM.

¿Cómo se puede disminuir esa contribución del CIFEM hacia el entorno de la UNIPAP en términos del impacto ambiental o de entropía ambiental? Por supuesto que es necesario realizar un listado de las actividades y procesos que se realizan en esa unidad, evaluar los aportes o las descargas al desorden o a la dispersión de esos elementos ambientales, como nuestra contribución en desechos sólidos, en desechos líquidos, en aguas residuales, que descargan por el sistema de cloacas y por supuesto nuestra contribución directa o indirectamente asociada al consumo de energía en los distintos procesos. Por ejemplo, el laboratorio del molino, probablemente contribuya en menor grado al realizar un ensayo de humedad, en función a la cantidad de ensayos que deben efectuar, la utilización de medios alternativos de menor contribución ambiental, como el método

de rayos infrarrojos (NIR) o la balanza térmica, los cuales son ensayos más rápidos, de menor consumo de energía, que el ensayo normalizado por estufa y estandarizado de secado de la muestra.

Seguidamente, resultado de la entrevista al experto, (Saturno, 2020) ¿Será que hay una entropía ambiental en el entorno del CIFEM causada por la cantidad de polvo que se origina durante el proceso? No creo que existan problemas en la parte de polución ambiental, ya que es una zona bastante ventilada y si hablamos de valores que tengan que ver con problemas, recuerda que el AQI (Índice de Calidad del Aire) que viene siendo la manera de controlar los niveles de polución, nos dice que prácticamente se considera desde el punto de vista de la salud la polución de ciertas y determinadas partículas hasta casi un nivel de 100 AQI, que viene siendo un promedio sobre 24 horas correspondientes a 35 mg de partículas, denominadas “contaminantes” o de polvos suspendidos por metro cubico, con diámetro de hasta 2,5 micrones y de 150 mg por metro cubico para partículas con diámetros de hasta 10 micrones, y en realidad los molinos con el sistema que tienen, con toda la cantidad de polvo que se maneja, las aspiraciones, transportes neumáticos y filtros; cuando se hacen las mediciones, si están bien realizadas, pues este no llega a estos valores, que serían los que empezarían a dar un tipo de indicación de ser no muy saludable.

Existe una tabla en la cual van los valores desde (0) hasta 300 AQI, indicando con colores el valor del control ambiental. Ejemplo:

Tabla 1. Índice de la calidad del aire, AQI

Valores del AQI	Niveles de concentración	Colores
Índice de la calidad del Aire. Rangos:	Calidad del Aire:	Simbolizado por este Color:
0 a 50	Bueno	Verde
51 a 100	Moderada	Amarillo
101 a 150	Insaludables para grupos sensitivos	Naranja
151 a 200	Insaludables	Rojo
201 a 300	Muy insaludable	Purpura
301 a 500	Peligroso	Marrón

Fuente: epa.gov (2009).

Con respecto a la zona que estamos hablando, primero es una zona que está muy aireada y segundo los tipos de molienda que se realizan generalmente son muy puntuales, esporádicas y que además, cuando se hacen las moliendas se abren las ventanas y adicionalmente se usa tapabocas y por lo tanto definitivamente no creo que exista algún problema con algún ventilador colocado, digamos así, estaría el índice AQI entre la zona verde y amarilla como mucho en el momento que se esté realizando la molienda de cualquiera producto, que de paso son productos menos dañinos, porque mayormente son cereales lo que se muele, en comparación a los originados en una molienda de minerales y lógicamente se puede considerar que es una zona no dañina, para la parte de polución ambiental.

Además, quiero añadir que eso no implica, ni indica que no se produzcan partículas, en todas las moliendas se producen una cierta cantidad de partículas que se depositan en

la zona circundante de donde se realiza la molienda propiamente dicha y que esta debe ser limpiada y controlada de forma rápida para evitar que se mantenga en suspensión en el aire.

Sobre este particular, Carrero y Pérez (2008), consideran que el polvo junto con los gases, son uno de los principales contaminantes que preocupan a las industrias, debido al impacto que produce al ambiente y a sus trabajadores. Tomando en cuenta que el polvo, es un grupo de partículas que se encuentran suspendidas en el aire, adheridas en las paredes, techo, mesones, depositadas en el suelo, entre otras. De ahí que permanece en el aire durante largo tiempo dependiendo de su tamaño, forma, finura, peso específico, velocidad de movimiento del aire, humedad y temperatura ambiental.

A continuación, se muestra la Tabla 2 con algunos diámetros de la partícula, velocidad de caída y tiempo de caída:

Tabla 2. Diámetros, velocidad y tiempo de caída de la partícula.

Diámetro de la partícula en micrón (μ)	Velocidad de caída (cm/s)	Tiempo de caída.
100	7,0	2,67 seg
10	0,75	4,45 min
5	0,19	17,54 min
1	0,0075	6 hr
0,1	0,000075	740,74 hr

Fuente: Carrero y Pérez (2008).

De ahí que los investigadores concluyen lo siguiente: Una partícula de polvo mayor a diez micrones ($>10\mu$), no se mantiene en suspensión por mucho tiempo en las corrientes de aire y la velocidad de caída es rápida, considerándose sedimentos. La partícula de polvo menor a diez micrones

($<10\mu$), se mantiene en el aire por un prolongado tiempo; se considera por su tamaño inhalable. Si la partícula es de diámetro menor a cero un micrón ($<0,1\mu$), al igual a las moléculas del aire no se depositan, encontrándose en movimiento Browniano. (p. 17).

CONCLUSIÓN

Se observó la importancia que representa el Centro de Investigación de Fermentación y Molinería para la Institución desde la perspectiva de diversas actividades que comprenden la molinería y el proceso de fermentación.

Sin embargo, se mostraron las debilidades en su uso y la falta de conocimiento que existe por parte de los estudiantes, personal de limpieza y de prioridad para los investigadores, en cuanto a la creencia de la contaminación ambiental que se produce durante las diversas actividades, además de la ausencia de políticas ambientales y la necesidad de educación de todo el personal que hace vida en él.

La realización este artículo, permitió reforzar las técnicas a aplicar en el proceso de elaboración de la tesis doctoral. Logrando mejorar las destrezas como investigadora en el procesamiento de datos, además como estudiar los elementos de la entrevista y el diagrama de Ishikawa para lograr que surjan los componentes que deben caracterizar al

Centro de Investigación de Fermentación y Molinería para evitar la entropía ambiental. Aquí, se recogió toda la información de las principales actividades que se realizan.

En cuanto a la entropía ambiental en el entorno del CIFEM, según los expertos no se consideran perjudicial para la salud (enfermedades respiratorias), debido a que el grado de contaminación por emisión de polvo es bajo, partiendo de que la cantidad de materia prima que se procesa es menor en comparación al laboratorio de un molino. Por otro lado, es una zona bastante ventilada y no se superan los cien (100) AQI.

Lo cierto es que toda molienda, origina polvo, pero con una planificación de limpieza constante en el CIFEM después de cada actividad, se evitaría que la partícula de menor tamaño se mantenga en suspensión durante el tiempo que se encuentre el personal en el área, que sería la forma más probable como entraría a los pulmones.

Hasta el momento, se llegó a una

construcción de una aproximación teórica preliminar de la entropía ambiental, considerando que son probabilidades; debido a que se observó, que entre todas las investigaciones anteriores, se logró un consenso: se origina una entropía ambiental, causada por partículas en suspensión de

tamaños menores de diez micrón ($<0,1\mu$) y la incidencia en el deterioro de la salud del trabajador, en cuanto a enfermedades pulmonares (disnea, bronquitis, sinusitis). No obstante, hay que seguir profundizando sobre la entropía ambiental producida por el polvo y las posibles enfermedades respiratorias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2019, Octubre 15). Ley del Aire Limpio. Recuperado de <https://espanol.epa.gov/espanol/un-resumen-de-la-ley-de-aire-limpio>.
- Carrero, J y Pérez, M (2008), Diseño de un Sistema de Aspiración de Polvo y Transporte Neumático para el Laboratorio de Manejo de Materiales de la Universidad Panamericana del Puerto [Tesis de pregrado]. Universidad Panamericana del Puerto, Puerto Cabello.
- Energía Solar, (2019, Septiembre 11). Entropía. Recuperado de <https://solar-energia.net/termodinamica/propiedades-termodinamicas/entropia>
- Fava, M., Saturno, A. (2014). Vademecum Molinero I. 1 era. Edición.
- Feyerabend, P. (2000). Contra el Método. Madrid, España, 4ta. Edición. Editorial Tecno S.A.
- Guevara, J. Entrevista personal (2020).
- Hernández, L y Noguera, G (2008), Diseño de un Sistema de Extracción de Polvo para Minimizar el Impacto Ambiental en una Fábrica de Granito, Ubicada en el municipio de Puerto Cabello, estado Carabobo [Tesis de pregrado]. Universidad Panamericana del Puerto, Puerto Cabello.
- Instituto de Tecnología Educativa, Universidad, España. (2019, Noviembre 8). Tema de Ecología. Recuperado de https://fjferrer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion01/22_entropa_desorden_y_grado_de_organizacin.html.
- Jimenez, C. (2019, marzo 16). Propuesta de mejoramiento en el área de sacado para minimizar los riesgos de exposición a material particulado de polvo orgánico (arroz) en la Empresa Aglglomoma S.A. Recuperado de [Repositorio.ug.edu.ec/handles/redug/22606](https://repositorio.ug.edu.ec/handles/redug/22606).
- Leal, J. (2017), Autonomía del sujeto Investigador y la Metodología de Investigación. 3era. Edición Valencia, Venezuela.
- Leff, E. (2003), La Complejidad Ambiental. Mexico, 2da. Edición. Siglo veintiuno Editores, S.A de C.V.
- Martínez, P. (2016, Abril 16), Caracterización de la Contaminación Atmosférica Producida por Partículas en Suspensión en Madrid. Recuperado de [WWW.eprints.ucm.es/5402/1/T273555.pdf](https://www.ww.eprints.ucm.es/5402/1/T273555.pdf).
- Ministerio Secretaria General de la Presidencia (2020, Mayo 25). Ley de Bases del Medio Ambiente 19300. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>
- Morín, E. (2001), La Naturaleza de la Naturaleza. 6ta edición. Ediciones Cátedra, (Grupo Anaya S.A). 334-335pp.
- Saturno, A. (2020). Entrevista personal.
- Sistema de Información Nacional de Calidad

del Aire. SINCA. (2019, Octubre 20). Recuperado de <https://sinca.mma.gob.cl/>.

Zahumenszky, Carlos, (2019, Mayo 25). Que significa la entropía, uno de los conceptos más fascinantes de la física, explicado de manera sencilla. Recuperado de <https://es.gizmodo.com/que-significa-la-entropia-uno-de-los-conceptos-mas-fas-1795122339>.