

Original

## Multimedia para los conocimientos acerca de los metales y sus efectos en la salud humana

Software to improve learning about metals and its effects in the human health

**Est. Dariana Miranda Fraga** (Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba) <sup>(1)</sup>

**Est. Laís Pérez Barroso** (Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba) <sup>(2)</sup>

**Est. Yanet Alfonso Betancourt** (Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba) <sup>(3)</sup>

**M. Sc. Regla María Febles León** (IPU Juan Borrell, Güines, Cuba) <sup>(4)</sup>

**Lic. Alain Fernández Díaz** (IPU Juan Borrell, Güines, Cuba) <sup>(5)</sup>

Datos de los autores

<sup>(1)</sup> Estudiante de 5<sup>o</sup> año de la carrera Licenciatura en Educación Química. Facultad de Ciencias Pedagógicas de la Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez, Mayabeque, Cuba. [darianamirandafraga@gmail.com](mailto:darianamirandafraga@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Estudiante de 5<sup>o</sup> año de la carrera Licenciatura en Educación Química. Facultad de Ciencias Pedagógicas de la Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez, Mayabeque, Cuba. [darianamirandafraga@gmail.com](mailto:darianamirandafraga@gmail.com)

<sup>(3)</sup> Estudiante de 5<sup>o</sup> año de la carrera Licenciatura en Educación Química. Facultad de Ciencias Pedagógicas de la Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez, Mayabeque, Cuba. [darianamirandafraga@gmail.com](mailto:darianamirandafraga@gmail.com)

<sup>(4)</sup> Máster en Educación. Departamento de Formación Pedagógica General. Instituto Preuniversitario Urbano Juan Borrell. Güines. Mayabeque. Cuba. [rfebles@gmail.com](mailto:rfebles@gmail.com)

<sup>(5)</sup> Licenciado en Química. Departamento de Ciencias Exactas. Instituto Preuniversitario Urbano Juan Güines. Mayabeque. Cuba. [alainfdez@gmail.com](mailto:alainfdez@gmail.com)

### Resumen

El conocimiento de los metales constituye un tema de gran importancia en los estudiantes del preuniversitario. Este es precisamente el tema abordado en la investigación. El mismo se seleccionó a partir de determinadas insuficiencias que presentaron los estudiantes de oncenno grado en cuanto al estudio de los metales, tanto en aspectos básico como sus propiedades físico-químicas así como su efecto en la salud humana. Durante el proceso investigativo se emplearon diferentes métodos teóricos, empíricos y estadísticos que posibilitaron tanto las indagaciones empíricas sobre

el tema, como el proceder metodológico a seguir y la valoración de los datos que se obtenían en los diferentes momentos de la investigación. El resultado alcanzado con la multimedia demostró su efectividad, pues los estudiantes ampliaron su nivel investigativo y profundizaron sus conocimientos en este tema. Ello fue posible a partir de la aplicación de una multimedia, como vía para la profundización de los contenidos.

**Palabras clave:** metales; salud humana; multimedia; profundización; conocimientos

### **Abstract**

The knowledge of metals is a topic of great importance in high school students. This is precisely the topic addressed in this research. It was selected from certain shortcomings presented by the eleventh-grade students regarding the study of metals, both in basic aspects such as its physical-chemical properties as well as its effect on human health. During the research process, different theoretical, empirical and statistical methods were used that made possible both the empirical inquiries on the subject, as well as the methodological procedure to follow and the valuation of the data obtained in the different moments of the investigation. The result achieved with the multimedia demonstrated its effectiveness, since the students broadened their investigative level and deepened their knowledge on this topic. This was possible from the application of a multimedia, as a way to deepen the content.

**Keywords:** metals; human health; multimedia; deepening; knowledge

### **Introducción**

En la actualidad, a nivel mundial y nacional muchos problemas de salud, incluidos varios tipos de cáncer, podrían estar asociados con la exposición a uno o varios contaminantes en circunstancias específicas, como el alto grado de exposición ambiental u ocupacional a contaminantes químicos en mezclas complejas procedentes de la industria y presentes en el agua,

los alimentos, entre otros.

Desde hace algunos años, los metales pesados (MP) constituyen un serio peligro para la humanidad, ya que una vez en el suelo, siguen varias vías que conducen a las cadenas tróficas. Mediante la absorción o lavado; dependiendo de la solubilidad, movilidad y volatilización de cada uno de los elementos. (Achiba, 2009)

La Química como asignatura del Preuniversitario ha ido experimentando transformaciones en sus planes de estudio, para lograr desde la misma un acercamiento o aproximación a lo que pudiera considerarse la ambientalización del Programa de Química. Esta estudia las sustancias, sus transformaciones y las leyes, teorías y principios que las rigen y abarca además la composición, estructura, propiedades, usos y métodos de obtención de estas. El curso está organizado sobre la base de dos directrices generales: sustancia (estructura y propiedades) y reacción química.

Es necesario que los estudiantes conozcan sobre los metales y los efectos que provocan en la salud humana, por ello: ¿Cómo contribuir a los conocimientos sobre los metales y sus efectos para la salud humana, en los estudiantes de onceno grado del IPU Juan Borrell del municipio Güines?, además el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en el preuniversitario y el el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de la unidad 5: "Los metales" de Química onceno grado del preuniversitario. Elaborar una multimedia para contribuir a los conocimientos acerca de los metales y sus efectos para la salud humana, en los estudiantes de onceno grado del IPU Juan Borrell del municipio Güines.

### **Población y muestra**

Para la realización de esta investigación se tomó como población a los 135 estudiantes de onceno grado del IPU "Juan Borrell" del Municipio Güines. La muestra intencional fue tomada del Grupo 11no 8 formado por 27 estudiantes.

## **Análisis de los resultados**

En la actualidad el desarrollo de la economía y las actividades del hombre han provocado un deterioro gradual del medio ambiente, lo cual constituye un riesgo para la salud y la afectación de los suelos con propósitos agrícolas. La contaminación ambiental se posiciona como uno de los más importantes problemas que afectan a la sociedad del siglo XXI.

Para la educación cubana es esencial preparar al individuo para la vida social, para su función en la sociedad, lo que demanda aprendizajes muy diversos de conocimientos, habilidades, valores, que caractericen al sujeto como miembro de una comunidad y esto está indisolublemente vinculado al trabajo, a la actividad que ese ser humano tiene que desempeñar a lo largo de su vida. Fidel Castro Ruz hizo un llamado al magisterio cubano en el que expresó: hay que trabajar para despertar el interés por las ciencias, en particular la matemática, la física y la química, cuestión que actualmente sigue siendo una prioridad para el Ministerio de Educación en Cuba. Además, se aspira lograr un ser humano integral, por lo que el proceso de formación se concibe sobre la base de la unidad dialéctica entre la instrucción, la educación y el desarrollo de cada escolar. Por esta razón, la enseñanza de la Química tiene bien definidos objetivos: en lo instructivo pretende dotar a los estudiantes de un sistema de conocimientos, hábitos y habilidades específicas que conforman las bases de la Química. En el plano educativo-desarrollador la enseñanza de la misma representa una vía fundamental para el desarrollo de habilidades generales y convicciones en los estudiantes.

La didáctica general cubana forma parte de una teoría científica de enseñar y aprender; se apoya en la leyes y principios generales, parte de la unidad entre la instrucción, la educación y el desarrollo; reconoce el papel fundamental del diagnóstico integral, de la actividad, la comunicación y la socialización en el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando la necesidad de la unidad entre lo cognitivo, lo afectivo y lo volitivo en función de lograr la preparación del ser

humano para la vida, como fin de la educación, en correspondencia con las condiciones sociohistóricas en que se desarrolla este proceso.

La didáctica desarrolladora aplicada a la enseñanza-aprendizaje de la Química en Cuba, reconoce el carácter de sistema de componentes no personales: objetivo, contenido, métodos, medios de enseñanza, formas de organización y evaluación y las relaciones entre el profesor, los estudiantes y el grupo como componentes personales de este proceso.

La disciplina química tiene como objetivo en el preuniversitario contribuir al desarrollo y formación integral de la personalidad del estudiante, a partir de un sistema de influencias cognoscitivas y educativas que le permitan consolidar, ampliar y profundizar sus conocimientos acerca de las sustancias y las reacciones químicas, para influir en sus motivos, aspiraciones, formas de pensar y actuar contribuyendo a materializar.

El Tercer perfeccionamiento de la enseñanza de la Química en el nivel medio superior que se desarrolla en Cuba da respuesta a las concepciones del desarrollo de las Ciencias de la Educación en las que se revelan las demandas sociales del momento histórico que vive el país, el artículo aborda tareas docentes para la sistematización e integración del contenido intra e interdisciplinario y su influencia en la formación integral de los estudiantes.

En la tercera unidad del programa de estudio de Química de oncenno grado se amplía y profundiza el concepto de sustancia al estudiar los metales, contenido introducido en el nivel precedente, sus características generales, estructura química y propiedades, así como sus métodos de obtención, haciendo énfasis en su vinculación con la vida, la economía del país, el medio ambiente y la salud, aspecto que posibilita que el estudiante aprenda a valorar la importancia de la química en el desarrollo industrial y científico de la nación. Los elementos metálicos se sitúan en la parte izquierda de la línea diagonal quebrada de la tabla periódica, lugar destinado a los

elementos con relativa facilidad para perder electrones, o sea con valores pequeños de energía de ionización y de electronegatividad, tienen pocos electrones de valencia, tienen números de oxidación positivos y poseen radios atómicos grandes. Los metales del grupo IA son los llamados metales alcalinos y los del grupo IIA alcalinos térreos, la sección B son los metales de transición y entre ellos se encuentran los lantánidos y los actínidos. La mayoría de estos elementos se encuentran en nuestro planeta formando parte de sustancias compuestas, como óxidos, sulfuros, carbonatos, sulfatos, silicatos, cloruros, etc. Algunos de estos compuestos, por su escasa solubilidad forman parte de los minerales y otros, por el contrario, se encuentran en disolución. Para que nuestro organismo funcione de manera adecuada necesitamos múltiples sustancias que deben estar presentes en él. En el cuerpo humano los metales están presentes en forma de sustancias compuestas, pueden ser adquiridos mediante la alimentación, de ahí la importancia de una dieta balanceada. Su presencia en dosis excesivas es perjudicial a la salud.

Los metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos 5 veces mayor que el agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. Los más importantes son: arsénico (As), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), estaño (Sn) y zinc (Zn). El desarrollo tecnológico, el consumo masivo e indiscriminado y la producción de desechos principalmente urbanos, ha provocado la presencia de muchos metales importantes en el ambiente, ocasionando numerosos efectos sobre la salud y el equilibrio del ecosistema. Se incorporan con los alimentos como partículas que se respiran y se van acumulando en el organismo, hasta llegar a los límites de toxicidad. Si la incorporación es lenta se producen intoxicaciones crónicas, que dañan los tejidos u órganos en los que se acumulan. La peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables.

La contaminación del agua por metales pesados está afectando drásticamente la seguridad

alimentaria y la salud pública (Efsa, 2015; Huang, 2014). Estudios recientes reportan la presencia de metales pesados y metaloides tales como mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), níquel (Ni) y cromo (Cr) en hortalizas tales como la lechuga, repollo, calabaza, brócoli y papa (Singh, 2010; Chen, 2013). Esta contaminación, proviene, entre otros causales, del uso para riego de aguas afectadas (Singh, 2010; Francisca, 2015; Li, 2015). De igual manera, se han encontrado metales en diferentes concentraciones en peces, carnes y leche resultado de la bio-acumulación y movilidad desde el ambiente a las fuentes hídricas (Singh, 2010; Li, 2015).

Por su elevada toxicidad, el impacto causado en la salud por exposición prolongada o por bio-acumulación de metales pesados resulta alarmante. Dependiendo del tipo de metal o metaloide, se producen afecciones que van desde daños en órganos vitales hasta desarrollos cancerígenos (Combariza, 2009; Nava-Ruíz & Méndez Armenta 2011).

En la actualidad se acepta de forma generalizada que la distribución, movilidad, disponibilidad biológica y toxicidad de los elementos químicos no es función de la concentración total de los mismos, sino que dependen de la forma química en la que se encuentren (Carusso, 2003; Hirose, 2006). Es necesario conocer las especies químicas de los elementos para comprender las reacciones químicas y bioquímicas en las que intervienen, y, por tanto, obtener información relativa al carácter esencial y tóxico de los elementos químicos. Los análisis de especiación se convertirán en una herramienta esencial para la evaluación de riesgos en el medioambiente, permitiendo que se realicen diagnósticos y controles de los elementos trazas más efectivos. En última instancia, este tipo de investigación puede dar lugar a una legislación ambiental basada en la concentración máxima permisible de especies químicas, en vez de una legislación basada en concentraciones totales de los elementos (Michalke, 2003; Sigg, 2006).

Aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Tics)

Con la introducción de las Tics en el profesorado educativo, se inicia una nueva etapa en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde edades tempranas para los estudiantes, esto forma parte de las transformaciones que se llevan a cabo en esta esfera con el propósito de elevar la calidad de la educación. (Ávalos, 2008)

En la actualidad se produce un rápido desarrollo de las herramientas tecnológicas y los individuos que no se adaptan a su ritmo de evolución, por razones políticas, sociales o económicas, pueden llegar a sentirse intelectualmente discriminados (Borges, 2002). Por ello, los sistemas educativos deben proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para poder interactuar y desempeñarse satisfactoriamente en la sociedad actual. La aplicación de las TICs al proceso de enseñanza-aprendizaje surge como una necesidad para ayudar a la plena incorporación de los jóvenes a la Sociedad de la Información y del Conocimiento (SIC). Por esta razón, el aprendizaje transversal de las TICs aparece en todos los planes nacionales de educación. Las TICs, usadas como estrategia pedagógica, brindan la posibilidad de crear oportunidades para guiar e incrementar el aprendizaje y colaboran al docente a llevar a cabo procesos innovadores.

Mayer (2005) define el término multimedia como: “la presentación de material verbal y pictórico; en donde el material verbal se refiere a las palabras, como texto impreso o texto hablado y el material pictórico que abarca imágenes estáticas (ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas, fotografías) y también imágenes dinámicas (animaciones, simulaciones o video)”.

Multimedia podría definirse como: un modo de idear, diseñar y fabricar programas informáticos orientado a guardar, organizar y estructurar de un modo flexible e interconectado información de muy diversa naturaleza-imágenes, textos, sonidos, música, animaciones, video, etc.-, y cuyo objetivo será precisamente publicar dicha información para que el usuario la asimile y construya significativamente su conocimiento, mediante la interacción que se propicia y



posiblemente las capacidades telemáticas de la internet.

Hay que reflexionar acerca de la idoneidad de introducir estas innovaciones en las aulas para ayudar en ciertos aprendizajes que lo requieran. Según Escudero, (1995): “puede ser que la tecnología lleve la innovación a un centro, pero hay que comprobar que estamos llevando innovación educativa y no solo innovación tecnológica. La integración educativa de las nuevas tecnologías, entendida como un dominio particular de la innovación, representa justamente una muestra palpable de esa construcción conflictiva, tensional y multifacética del cambio en educación. Se dan cita posiciones valorativas, expectativas y promesas cuando menos discrepantes. Su consideración reflexiva y crítica, su análisis y ponderación, han de constituir una tarea irrenunciable para asentar las bases de sentido y legitimidad para la utilización y la integración de las nuevas tecnologías y los medios en el curriculum escolar”

La propuesta de sistema: implementación de multimedia ha sido creada para profundizar en los estudiantes de onceno grado los conocimientos obtenidos en clase, así como ampliar los mismos acerca de los efectos que provocan los metales en la salud. Esta tiene sus fundamentos en los elementos filosóficos, pedagógicos, psicológicos y sociológicos que sustentan la Pedagogía cubana en la actualidad.

El sistema de implementación de multimedia propuesto, se ajusta a los cambios actuales del preuniversitario, en la cual se necesita de un individuo con pensamiento reflexivo y capaz de asimilar parte del legado cultural de las generaciones precedentes, para poder asumir los retos del mundo actual y futuro. Ello solamente es posible mediante la asimilación de los conocimientos y el desarrollo de habilidades en el uso de las TICs.

La propuesta que se va a presentar es una plataforma que contiene una serie de informaciones sobre los metales. La misma va abordar temas como: estado natural, Propiedades químicas y

físicas; importancia biológica; sus efectos a la salud humana; curiosidades, consejos, aplicaciones en la vida diaria y una serie de ejercicios que serán útiles en el desempeño del estudiante, en la unidad.

La multimedia cuenta con un botón inicio que es la página principal, el botón Índice al darle un clic derecho aparece una figura con 6 enunciados que al darle un clic aparece la información que se busca: Ejercicios, Metales, Tipos de metales, Importancia biológica, Metales y sus efectos y bibliografía.

Al darle un clic derecho al botón interesante aparece una figura con dos enunciados: curiosidades y consejos.

También tiene un botón llamado videos que al darle un clic podrá acceder a esta página que contiene videos relacionados con los metales, al darle un clic y reproducir el video en la parte inferior, al centro aparecen cuatro botones: uno para dar atrás y salir del video, otro para pausar el video, otro para darle play y volver a reproducirlo y el otro stop, al dar un clic en el botón información aparecerán los datos de la autora y tutores del trabajo y la diseñadora de esta multimedia y por último existe un botón que permite la salida de la multimedia

Los estudiantes podrán acceder a esta multimedia en los turnos de informática, tiempos de máquina en coordinación los profesores de química y los de informática, además la aplicación del III Perfeccionamiento permite el uso de los tablets, laptops y los profesores crean una especie de aula virtual donde cada estudiante tiene acceso a estos dispositivos y se hace más dinámica y motivadora la clase.

#### Resultados del diagnóstico inicial y la encuesta

En la investigación la autora observó 6 turnos de clases de la asignatura de Química, en el IPU Juan Borrell. Como resultado de la observación se pudo constatar el insuficiente conocimiento

de los estudiantes hacia el tema, les cuesta trabajo participar en clase y no muestran dominio de lo aprendido. A pesar de todo esto se aprecia que existe falta de información, es decir, que los estudiantes no dominan con claridad aspectos importantes de los metales, así como el efecto que provocan en la salud.

#### Guía de observación en los turnos de clases

- 1- Organización y disciplina
- 2- Participación en clase
- 3- Motivación

La aplicación de la prueba pedagógica inicial estuvo dirigida a determinar la situación de los estudiantes respecto a sus conocimientos sobre los metales y los efectos que producen a la salud humana y los principales aspectos en los que presentaban mayor dificultad. Con este propósito se determinaron los indicadores que posibilitarían medir la variable considerada en la investigación.

El diagnóstico se aplicó a un grupo de 27 estudiantes de oncenavo grado del preuniversitario de Güines, la misma contó con tres preguntas. Las dos primeras referidas al conocimiento general de los estudiantes acerca de los metales y la última referidos a los efectos de los mismos en la salud. Al respecto, se otorgarían tres categorías evaluativas: Bien (B), para los estudiantes que respondieran correctamente las tres preguntas, Regular (R), para los estudiantes que respondieran dos preguntas y Mal (M), para los estudiantes que no pudieran responder ninguna de las preguntas o al menos una.

#### Prueba Pedagógica a los estudiantes

- 1- ¿Qué son los metales? Mencione algunos ejemplos
- 2- Mencione al menos 2 propiedades químicas y físicas de los metales.
- 3- ¿Conocen el efecto de los metales en la salud? En caso afirmativo mencione

al menos 2 ejemplos

**Clave de calificación de la prueba pedagógica**

<i>Indicadores</i>	<i>Clave</i>
<i>1. Dominio de los contenidos recibidos acerca de los metales.</i>	<p><i>B- Conocen correctamente todo el contenido recibido sobre los metales.</i></p> <p><i>R- No conocen todo el contenido recibido sobre los metales.</i></p> <p><i>M- No conocen todo el contenido recibido sobre los metales.</i></p>
<i>2. Dominio de los efectos que producen los metales a la salud humana.</i>	<p><i>B- Conocen los efectos que producen los metales a la salud humana.</i></p> <p><i>M- No conocen los efectos que producen los metales a la salud humana.</i></p>

Leyenda: B- Bien R- Regular M- Mal

**Resultados de la prueba pedagógica inicial**

Parámetros	Preguntas			Indicadores	Cantidad de Estudiantes		%
	1	2	3		d	de	
<b>B</b>	2	2	1	1 y 2	5	1	9
<b>R</b>	6	4	0	2	10	3	7
<b>M</b>	8	0	0	1	8	6	7
<b>M</b>	4 no respondieron			-	4	3	

	ninguna pregunta					3
<b>Total Mal</b>	8	0	0	1	12	4
						4

La entrevista a los docentes de la asignatura tuvo como objetivo conocer su opinión acerca del tema en cuestión, lo que facilitó la determinación del estado real del problema y sobre esa base realizar valoraciones dirigidas a los resultados obtenidos, así como precisar las características que tendría la multimedia que se pondría en práctica. Además, su opinión acerca de la propuesta y los cambios que trajo consigo la aplicación del III Perfeccionamiento en el centro.

Entrevista a los docentes

- 1- ¿Qué opinión tiene acerca del programa de estudio de oncenno grado?
- 2- ¿Qué cree sobre el tema de los metales?
- 3- ¿Qué opinión tiene usted acerca de la propuesta?
- 4- ¿Qué opina sobre la aplicación del III Perfeccionamiento y los cambios en los programas de estudio?

Se aplicó una encuesta de cuatro preguntas a los cuatro docentes de la especialidad, las preguntas estuvieron dirigidas al conocimiento de los estudiantes sobre los metales y sus efectos en la salud con el objetivo de saber sus criterios. Esta encuesta trajo como resultado: en la pregunta 1 hubo 2 respuestas positivas y 2 negativas, en la pregunta 2 las 4 respuestas fueron negativas, en la pregunta 3, una respuesta positiva y 3 negativas y en la pregunta 4, las cuatro respuestas fueron positivas.

Encuesta a los docentes

1. ¿Considera que los estudiantes tienen dominio sobre los contenidos de la unidad los metales?

2. ¿Considera que los estudiantes tienen conocimiento de los efectos que producen los metales a la salud humana?
3. ¿Considera que la información que aporta el Libro de Texto sobre los metales y sus efectos para la salud humana es suficiente?
4. ¿Considera que la propuesta de elaborar una multimedia ayude a que los estudiantes profundicen sus conocimientos sobre los metales y sus efectos a la salud humana?

### Resultados de la encuesta a los docentes

Preguntas	Respuestas			
	Positivas	%	Negativas	%
1	2	50	2	50
2			4	100
3	1	25	3	75
4	4	100		

### Conclusiones

1. La sistematización de los fundamentos teórico-metodológicos existentes en la literatura consultada acerca de los efectos que producen los metales en la salud humana, en la Educación Preuniversitaria, en particular en onceno grado y la multimedia como vía para su profundización, revelaron la existencia de varias concepciones y experiencias positivas acerca del tema. Lo anterior posibilitó fundamentar el valor que tiene la sistematización de los diferentes referentes teóricos que fundamentan la investigación.

2. El diagnóstico realizado posibilitó constatar la existencia de dificultades en el

conocimiento acerca de los efectos que producen los metales en la salud humana, en los estudiantes de la muestra seleccionada, entre dichas dificultades se puede citar la relacionada con el poco conocimiento sobre el tema.

3. Los sustentos teórico-metodológicos obtenidos en la literatura consultada, así como el resultado del diagnóstico inicial, permitieron elaborar una multimedia para la profundización acerca de los efectos que producen los metales en la salud humana. Ello fue posible a partir del reconocimiento del poco conocimiento que poseen los estudiantes sobre el tema que es de vital importancia para mantener una vida sana. Además, permitió un mayor interés de los estudiantes hacia el tema abordado y de una manera más fácil su conocimiento y profundizar de manera sencilla los contenidos ya impartidos y comprendieron los daños que provocan a la salud.

### Referencias bibliográficas

Achiba, W.; Du, L.; Verloo, M. (2009). *Effects of 5-years application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals*, Agriculture Ecosystems and Environment.

European Food Safety Authority (efsa). (2015). Recuperado de: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/metals>.

Huang, Z. et al. (2014). *Heavy metals in vegetables and the health risk to population in Zhejiang, China*. Food Control, 36(1), pp.248–252.

Singh, A. et al. (2010). *Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India*. Tropical Ecology, 51 (2 SUPPL.), pp. 375–387.

Chen, Y. et al. (2013). *Accumulation and health risk of heavy metals in vegetables from harmless*

- and organic vegetable production systems of China. Ecotoxicology and Environmental Safety.*
- Fransisca, Y. et al. (2015). *Assessment of arsenic in Australian grown and imported rice varieties on sale in Australia and potential links with irrigation practices and soil geochemistry.* Chemosphere, 138, pp.1008–1013.
- Li, N. et al. (2015). *Concentration and transportation of heavy metals in vegetables and risk assessment of human exposure to bioaccessible heavy metals in soil near a waste-incinerator site, South China.* Science of the Total Environment, 521-522, pp.144–151.
- Combariza, B.D.A. (2009). *Contaminación por Metales Pesados en el embalse del Muña y su relación con los niveles en sangre de Plomo, Mercurio y Cadmio y alteración de salud en los habitantes del municipio de Sibaté (Cundinamarca)* pp.1–115. Trabajo de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- Nava-Ruíz, C. & Méndez-Armenta, M. (2011). *Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio).* Archivos de Neurociencias, 16(3), pp.140–147.
- Carusso, J. A., Klaue, B. Michalke, B, et al. (2003). *Group assessment: elemental speciation.* Ecotox. Environ. Safe, 56, pp.32-44.
- Hirose, K. (2006). *Chemical speciation of trace metals in seawater. A review.* Anal. Sci., 22, pp.1055-1063.
- Michalke, B., (2003). *Element speciation definitions, analytical methodology and some examples.* Ecotox. Environ. Safe, 56, pp.122-139.
- Ávalos, G (2008). *El uso de la Tecnología de la Información y la Comunicación y el diseño curricular.* Revista Educación.
- Borges de Barros Pereira, Hernane. *Análisis experimental de los criterios de evaluación de usabilidad de aplicaciones multimedia en entornos de educación a distancia y formación a*



*distancia*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, 2002.

Escudero, J.M. (1995) *Integración de las nuevas tecnologías en el currículum y en el sistema escolar*, en Rodríguez Diéguez, J. L. y Sáenz, O. Tecnología Educativa. Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación (Alicante, Marfil).