

**ESTUDIO SOBRE INCIDENCIA DE LOS RAYOS UV A LOS OCUPANTES EN
VEHÍCULOS N1 Y M1 A 2800 MSNM**

**STUDY ON THE INCIDENCE OF UV RAYS TO OCCUPANTS IN VEHICLES N1 AND
M1 AT 2800 MSNM**

MSA. Gorky G. Reyes C. Universidad Internacional del Ecuador

gureyesca@internacional.edu.ec

Ing. Andrés Castillo. Universidad Internacional del Ecuador

acastillo@internacional.edu.ec

Ing. Fernando J. Freire V. Universidad Internacional del Ecuador

f3rch069@yahoo.com.mx

Ing. Josué W. Vivas M. Universidad Internacional del Ecuador

josue_wld@hotmail.com

Resumen

El presente estudio busca determinar la incidencia de la radiación UV a 2800 msnm sobre los ocupantes de los vehículos que transitan en las condiciones geográficas de ciudades como Quito. Quienes por ella transitan se exponen a altos niveles de radiación UV en su superficie. Tal radiación puede generar distintas enfermedades en la población, incluidos los ocupantes de vehículos automotores. **Materiales y métodos:** se recolectaron muestras de vidrio laminado y templado de uso automotriz conforme a la norma NTE. INEN 1669, muestras de láminas de seguridad para vidrio, se realizó, la medición del porcentaje de transmisión ultravioleta, usando como instrumento de medición un "lensómetro" automático oftálmico, y la espectrofotometría de transmisión óptica que mide el porcentaje de luz transmitida, bajo la norma NTE. INEN 1727 **Conclusiones:** el uso de vidrio laminado reduce significativamente el paso de radiación UV, en comparación con el vidrio de seguridad templado, el uso de láminas para vidrios reduce la transmisión UV de forma proporcional al grosor y la distorsión al paso de luz visible, aplicar distintos tipos de lámina sobre el cristal templado redujo en promedio 56% la transmisión UV.

Palabras clave: vidrio automotriz, radiación ultravioleta, transmitancia, espectrofotometría

Abstract

Introduction This study aims to determine the incidence of UV radiation at 2800m for occupants of vehicles traveling in these geographical conditions, geographical conditions of a city like Quito expose it to high levels of UV radiation on the surface, which can generate various diseases in the population including occupants of motor vehicles. **Materials and methods** laminate and tempered glass for automotive use samples according to the standard NTE. INEN 1969, samples of security films for glass were collected, measuring ultraviolet transmission rate using as measuring instrument a automatic ophthalmic 'lensometer "and optical transmission spectrophotometry measuring the percentage of transmitted light under standard NTE. INEN 1727 **Conclusions** the use of laminated glass significantly reduces the UV compared to the tempered safety glass, the use of films for glass reduces UV transmission in proportion to the thickness and distortion to the passage of visible light, applying different types of tempered glass sheet on average 56% reduced UV transmission.

Keywords: automotive glass, ultraviolet radiation, transmittance, spectrophotometry

INTRODUCCION

La latitud y la altitud con respecto al nivel del mar en que se ubica la ciudad de Quito y la reducción de la densidad de la capa de ozono en la zona ecuatorial (Agencia Civil Espacial Ecuatoriana, 2008) son factores que aumentan la incidencia de los rayos solares sobre la ciudad y poblaciones aledañas. Parte del espectro de la luz irradiada por el Sol es la denominada radiación ultravioleta. Esta se ubica en las longitudes de onda desde 100nm a 400 nm. (Organización Mundial de la Salud) La OMS ha alertado de los peligros de la exposición prolongada y sin protección a la radiación UV, tanto de fuentes naturales como artificiales.

Existe un amplio repertorio de enfermedades provocadas debido a esta exposición que afectan a la piel, los ojos, el sistema inmunológico, con afecciones que van desde irritación cutánea localizada, hasta el cáncer de piel en distintas áreas del cuerpo. (Organización Mundial de la Salud) En el caso de Quito la presencia de elevaciones aumenta la cantidad de radiación UV en la superficie terrestre, debido a la reflexión. Por ende, aumenta el nivel de exposición de las personas a la misma. Condiciones climáticas, como la nubosidad leve a gran altitud y la reflexión solar de la nieve aumentan la cantidad de radiación total en la superficie. (McKenzie) La presencia de esas condiciones en la ciudad son corroboradas por mediciones realizadas con estaciones climatológicas de la secretaria de Ambiente del municipio y otros organismos que han alertado sobre la elevada radiación UV que llega a la ciudad, la cual alcanza el nivel 24, (Agencia Civil Espacial Ecuatoriana, 2008) en una escala que considera el nivel 8 como riesgoso para la salud. En el caso de la ciudad de Quito, la velocidad de circulación promedio en las vías se ha reducido. Por ende, aumenta el tiempo que toman los desplazamientos en la ciudad. (Secretaría de Movilidad Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014) Ello provoca que los ocupantes permanezcan más tiempo detrás de los cristales de los automotores, exponiéndose a los efectos de la radiación UV a través de las ventanas de los vehículos.

En el caso de trabajadores que desempeñan sus actividades en vehículos, esa exposición se suma por el tiempo de sus jornadas de trabajo. Si bien distintos tipos de cristal pueden reducir el paso de radiación en cierto porcentaje (Chanisada Tuchinda, 2006) es suficiente

la protección que ofrece el cristal instalado en automotores para evitar que la radiación UV sea un riesgo para la salud de los ocupantes de los vehículos.

Las opciones que ofrece el mercado son diversas. Las láminas de seguridad, con distintos niveles de distorsión al paso de luz visible, que se ofertan como opciones para instalar en los vidrios de los vehículos tienen la capacidad necesaria de reducir el paso de radiación UV, para evitar que la exposición dentro de vehículos sea perjudicial para la salud de sus ocupantes.

MARCO TEORICO

En la antigüedad, la radiación ultravioleta era conocida como rayos químicos debido a la predisposición que generan varios compuestos químicos al reaccionar en presencia de radiación ultravioleta. La radiación ultravioleta produce una serie de reacciones con diversos compuestos que forman parte de las células humanas, resultando perjudiciales para la salud.

La radiación ultravioleta que proviene del sol hacia la superficie terrestre, se expresa con un indicador de intensidad denominado índice UV. Este se mide en una escala que comienza en 0 al infinito positivo. (Organización Mundial de la Salud) En la tabla 1 se observan los colores indicativos del índice de radiación UV dispuestos por la OMS.

En el caso los rayos del Sol, la radiación UV es absorbida en parte por la atmósfera, sin embargo las zonas de la capa de ozono que se encuentra perforadas permiten de esta manera el paso de radiación ultravioleta con mayor fuerza a la superficie terrestre. (McKenzie)

Tabla 1 Índice radiación UV

**ESCALA Propuesta
POR LA FEPSO/IFIR
para el Ecuador:**

Valor	Calificación
0 - 3	Muy Bajo
4 - 5	Bajo
6 - 7	Moderado
8 - 10	Alto
11 - 15	Muy Alto

16 o más | Extremo

Fuente: Secretaría de Ambiente de Quito, 2015

Según la Agencia Civil Espacial Ecuatoriana (EXA) a partir de un índice 3 de radiación UV, es necesaria la protección contra el Sol y de un índice UV de 8 en adelante se requiere una protección extra.

Sin embargo, en la ciudad de Quito, según (Informe Hiperion, EXA) presenta un índice UV de 24, el cual es muy superior al nivel ya considerado extremo. Por tal motivo es de fundamental importancia la protección contra la radiación ultra violeta, tanto en el vehículo, como fuera de él.

Vidrio

El vidrio es un producto obtenido por fusión en horno, a partir de arcillas. Las arcillas están compuestas principalmente por silicoluminatos. La arcilla en la naturaleza es producto del desgaste mecánico por acción del agua, del viento y los movimientos geológicos de materiales pétreos primigenios. En consecuencia, es un recurso que se sigue renovando constantemente. La arcilla puede contener distintos compuestos adicionales, considerados "impurezas". Estos le dan propiedades distintas y permite clasificarla según distintos tipos. La arcilla puede requerir mayor o menor trabajo de preparación, antes de ser utilizada en la fabricación de vidrio. A su vez, la presencia de determinadas impurezas y las proporciones en que estas se encuentran, cambian las propiedades ópticas del vidrio resultante de su fundición, modificando condiciones como la refracción, el color (Lopez & Matinez, 2003) y la dureza, propiedades que también afectan el tiempo requerido para alcanzar la temperatura para que se fusione con el silicio y aluminio que contiene, para formar estructuras cristalinas o vitrias, como se muestra en la figura 1

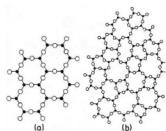


Figura 1 diferencias estructurales entre un cristal y vidrio.

Fuente: El vidrio, 2003

El vidrio se trabaja para darle la forma requerida y se deja enfriar.

Posterior a esto, se ingresa a un horno de recocido, a una temperatura inferior a la de fundición, lo cual reduce las tensiones del material, finalizando con un proceso de enfriamiento controlado del vidrio. (Chanisada Tuchinda, 2006)

Si bien existen distintos tipos de vidrios para distintas aplicaciones, el más común es el vidrio sódico-cálcico.

Con independencia del tipo de vidrio, pueden agregarse óxidos metálicos a la fundición de vidrio al rojo vivo. Este proceso es conocido como "colores de solución". (Palacio, 2003)

Los vidrios obtenidos de este procedimiento absorben el color del espectro visible y dejan pasar el resto de colores. Ello genera que al ojo humano el vidrio resulte "coloreado".

En el área de arquitectura se utiliza un sinnúmero de vidrios con distintas combinaciones, con propósitos estéticos, para el aislamiento térmico, acústico y el control lumínico. (Chanisada Tuchinda, 2006)

Dependiendo de las necesidades de los ambientes edificados se disponen vidrios incoloros comunes o vidrios tinturados. En el caso específico de las ventanas, se encuentran vidrios recubiertos con tratamientos a base de óxidos metálicos para control lumínico

En el campo automotriz, usualmente el vidrio templado es utilizado en las ventanas laterales y posteriores de los vehículos. Debido a sus propiedades, al momento de una colisión se transforma no en aristas sino en pequeños fragmentos que harán menos dañinos los cortes a las pasajeros del vehículo. (GmbH, 2005) Además, su resistencia es mayor que la de los vidrios comunes. En cambio, los parabrisas son de vidrio laminado, debido a que los fragmentos de vidrio se mantienen en la lámina y no se proyectan de manera peligrosa. Por último, la lámina intermedia suele hacerse a base de una resina de polivinilo.

Transmitancia

Al incidir un haz de luz en un cuerpo traslucido parte de la onda se refleja, otra fracción es absorbida por el material, y finalmente la última parte se trasmite a través del cuerpo. (INEN 1727, 2011) Matemáticamente, la transmitancia (T) es la relación de la energía incidente (I) sobre la energía transmitida (I_0).

$$T = I/I_0$$

Distintos materiales presentan una transmitancia que impide el paso específicamente de ciertas longitudes de onda del espectro de luz, lo que provoca el efecto de coloración que

se observa en algunos vidrios y otros cuerpos translucidos. Esto se determina mediante la espectrofotometría de un cuerpo, como se muestra en la figura 2.

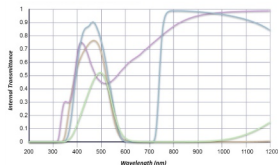


Figura 2: Espectrofotometría de muestras de vidrio manufacturado para impedir el paso de longitudes de onda específicas.

Fuente: kopp glass, 2016

Radiación ultravioleta en Ecuador

EXA posee estaciones climatológicas en Quito y Guayaquil. En ambas se mide en tiempo real la radiación ultra violeta proyectada por los rayos solares, la humedad y temperatura. Para las condiciones geográficas en Guayaquil a 0 MSNM, se observa el índice de UV máximo en la figura 3

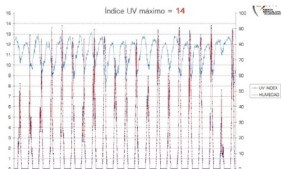


Figura 3. Índice UV máximo en Guayaquil

Fuente: EXA

Como se observa, el índice UV máximo alcanzado es 14, cifra que la OMS considera superior al nivel extremadamente alto de las categorías de exposición. En consecuencia, se requiere una protección extra ante la radiación.

En las condiciones geográficas de la ciudad de Quito, a 2800 MSNM, se observa el índice de UV máximo. Véase la figura 4

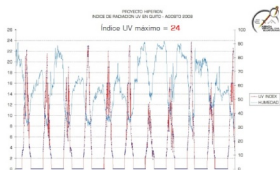


Figura 4. Índice UV máximo Quito

Fuente: EXA

En la ciudad de Quito, a 2800 MSNM, se observa que la Radiación UV máxima alcanza el nivel 24, del índice de radiación UV. Según la secretaria de Ambiente de Quito, esto implica que se encuentra en un grave peligro al estar expuesto a los rayos del sol.

Al comparar las cifras de las dos ciudades, Quito y Guayaquil, claramente se observa que a mayor altura sobre el nivel del mar de la primera hace que la incidencia de radiación UV sea mayor, directamente proporcional a la altura. Por tal motivo, la ciudad de Quito se encuentra expuesta a un mayor índice de radiación UV, lo cual es perjudicial para la salud pública.

Láminas de seguridad

En el mercado existe una variedad de opciones para instalar láminas de seguridad de diferentes tipos. Múltiples también son los proveedores. Las láminas, usualmente clasificadas por porcentaje de paso de luz visible y grosor, van desde 4 micrómetros hasta 16 micrómetros. Las más comunes en vidrios automotrices es la de 8 micras, a tenor de diferentes factores, como protección, precio y factibilidad de instalación.

La capacidad de resistencia mecánica de un vidrio con lámina de seguridad depende de varios factores: espesor y anclaje del vidrio en el marco de la puerta, fuerza de impacto, espesor de la lámina de seguridad,

Espectrofotometría

La espectrofotometría es un método de análisis óptico que permite comparar la cantidad de energía en forma de radiación electromagnética en el rango de la luz visible y el espectro ultravioleta que atraviesa o es absorbida por un objeto traslucido en función de la longitud de onda. (Palacio, 2003)

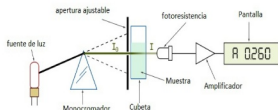


Figura 5 Funcionamiento espectrofotómetro

Fuente: Yasinnen Mrabet 2008

MÉTODOS Y MATERIALES

Los métodos elegidos para esta investigación son los de las mediciones, a través de instrumentos ópticos, que proporcionan datos cuantitativos. Estos se obtienen mediante la utilización de fuentes lumínicas normadas y sensores electrónicos que mediante hardware como displays e impresoras, son entregados de forma clara al usuario

Se recolectaron 15 diferentes muestras de láminas para vidrios automotrices, disponibles en el mercado nacional. Las probetas dispusieron de los tres tipos de vidrio que se encontró en el mercado: el transparente templado, el transparente laminado y el verde automotriz. Todos son de uso común en los vehículos automotores vendidos en el país.

Medición del porcentaje de transmisión UV, mediante “lensómetro”

Se utilizó el “lensómetro” digital FL880. Tal instrumento basa su funcionamiento en un sensor de onda frontal Hartmann, cuenta con función de medición de porcentaje de trasmisión UV. En él se realizaron las mediciones de las distintas muestras de vidrio.

Se usaron muestras de vidrio laminado y de vidrio templado, conforme con la norma NTE INEN 1669, con un espesor de 4 mm, en piezas de 80 mm de alto por 80mm de ancho, provistas por un proveedor de vidrio automotriz local. (INEN 1669, 2011)



Figura 6: Muestra de vidrio templado

Fuente: autores

Las muestras se dividieron en partes iguales. Se aplicaron las láminas recolectadas sobre los vidrios, dejando una muestra de vidrio sin lámina como control. Las muestras completas se limpiaron previamente con etanol al 95%, siguiendo el procedimiento de la NTE INEN 1727, con paños de microfibra para evitar posibles contaminaciones que modifiquen las mediciones. Luego se empacaron y marcaron para su identificación. Se manipularon con guantes, durante las mediciones en el instrumento. Debido a que el "lensómetro" es un instrumento diseñado para lentes oftalmológicos, el cual mide el porcentaje de UV que permite el paso de los mismos, el equipo realiza dos mediciones, una en cada lente. De esa manera, se obtiene un promedio de la medición.

Por este motivo se realizaron dos mediciones en la misma muestra de vidrio, en diferentes zonas, obteniendo un promedio de ambas. Ello permitió una medición más exacta, tomando en cuenta el efecto de birrefringencia propio de los vidrios templados por el esfuerzo sin uniformidad a que quedan sometidos durante su proceso de fabricación.

El "lensómetro" entrega la información en porcentaje de transmisión UV, mediante una pantalla digital de colores y mediante una impresora térmica en papel de rollo de 2 pulgadas.



Figura7: “Lensometro” configurado para medición de porcentaje de tramicion uv

Fuente: Autores

Prueba de transmisión lumínica en espectrofotómetro

Para esta prueba se utilizó el espectrofotómetro uv-visible DR5000, de la marca Hach. Con este se realizaron mediciones en probetas de vidrio laminado -conforme a la normativa NTE INEN 1669-, de 2.24 mm de ancho por 80 mm de alto, con sus respectivos espesores, a las muestras de los diferentes tipos de láminas encontradas en el mercado, como se observa en la figura 8.



Figura 8: Muestras de vidrio laminado

Fuente: Autores

Se retiraron de las muestras todas las partículas e impurezas con etanol al 95% y paños de microfibra, manipuladas de la misma manera que las muestras para la prueba con “lensometro”

Siguiendo la norma NTE INEN 1727, el instrumento se configuró para que se realizaran mediciones desde 200 a 800 nm del espectro electromagnético y se presentara la información en porcentaje de transmitancia, con intervalo de 5 nm. Antes de cada medición, en una muestra de vidrio, se calibraba la línea base del instrumento a fin de evitar errores en la medición, debidos a los cambios en humedad y temperatura del aire que podían ocurrir en el tiempo transcurrido entre una medición y la siguiente. Se obtuvieron los datos de porcentaje de transmitancia en el rango previamente descrito. De esa manera, se obtuvieron gráficas, como se observa en la figura 9, que muestran el comportamiento de los diferentes tipos de vidrios y láminas al transmitir la radiación ultravioleta y la luz visible. Los datos se obtuvieron de forma impresa y mediante una pantalla digital monocromática.



Figura 9: Medición absorbancia pantalla DR5000

Fuente: Manual HACH DR5000

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Tipo de Vidrio lamina	de Vidrio templado	Vidrio laminado
Windpro 8 mil	50%	19%
Windpro 8mil	cl 56%	42%
Gamapartes korena 8mil	25%	17%

Americana		32%	19%
4mil			
Parasol		0%	0%
Sin lamina		87%	44%
Polarizado		40%	17%
50%			
Polarizado		9%	7%
35%			
Llumar		21%	15%
claro			
Llumar		13%	10%
medio			
Llumar		7%	5%
oscuro			
Llumar cl	4	65%	42%
mil			
Llumar	cl	61%	40%
8mil			
Llumar	cl	48%	35%
12mil			
Llumar	cl	40%	29%
16mil			

Los datos obtenidos de la prueba con "lensometro" permiten observar que en muestras de láminas de seguridad del mismo proveedor, la diferencia de protección que ofrece la lámina más oscura frente a las más claras, así como la reducción del paso de radiación UV de forma proporcional al aumento del grosor de la lámina utilizada, como se observa en la tabla 2. También se observa la comparación entre el cristal templado y el laminado

Tabla 2: Resultados de la prueba con "lensometro"

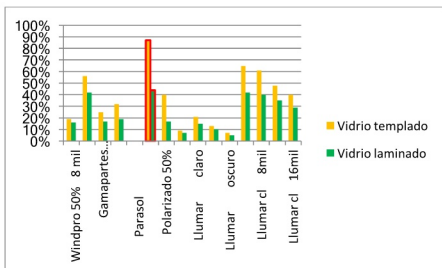


Figura 10: Grafico de barras mediciones realizadas en lensometro

Fuente: Autores

En la figura 10, se resalta en rojo la diferencia entre el vidrio laminado y el templado el vidrio laminado reduce aproximadamente el doble de paso de radiación UV

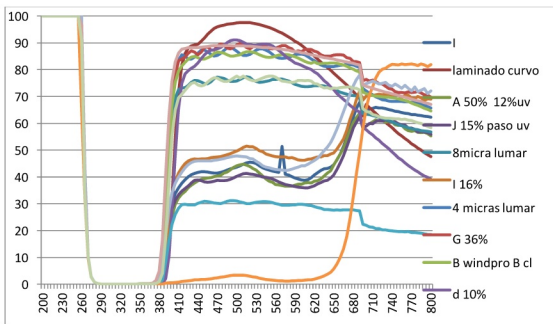


Figura 11. Espectrofotometría de todas las muestras.

Fuente: Autores

Las mediciones con espectrofotómetro evidencian una variación en el porcentaje de transmisión al paso de luz visible. De la misma manera se muestra que la protección más completa se encuentra en el rango de la radiación UVB desde 208 a 315 NM.

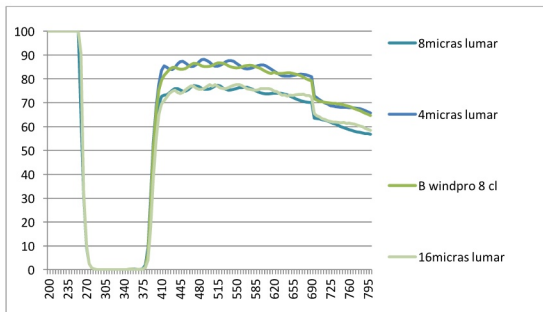


Figura 12. Espectrofotometría comparativa entre láminas de diferente grosor

Fuente: Autores

Una comparación entre láminas del mismo fabricante, como la mostrada en la figura 12, confirma el comportamiento antes descrito sobre el grosor de las láminas y la transmisión de radiación UV

Los datos obtenidos mediante estas dos formas de medición, pueden usarse como referencia, junto con la escala de índice ultravioleta que, debido a que es lineal, también se puede usar, directamente con los porcentajes de protección aquí expresados. Debe tomarse en consideración que cada organismo es diferente y que, como expresa la Organización Mundial de la Salud, las necesidades de protección a la radiación UV varían a través de las horas, junto al fototipo cutáneo de cada persona, (Organización Mundial de la Salud) las distintas enfermedades, las condiciones médicas preexistentes y el tiempo de exposición requerido. Por ello, siguiendo la recomendación de la OMS, se evita generar información que generalice tiempos de exposición máxima, antes de generar quemadura cutánea o de energía necesaria acumulada, antes de generar otros tipos de lesiones. Debe resaltarse la existencia de afecciones que son resultado de la acumulación de radiación recibida. (Agencia Civil Espacial Ecuatoriana, 2008)

CONCLUSIONES

Mediante las pruebas realizadas se ha determinado que los vidrios montados en automotores, si bien reducen un mayor porcentaje de paso de radiación ultra violeta al vehículo, no lo hacen de forma total, debido al nivel de radiación que recibe la ciudad de Quito. La protección es insuficiente para que los ocupantes del vehículo puedan usar el mismo por prologados periodos de tiempo, sin exponerse a la radiación UV ambiental de manera peligrosa.

El vidrio laminado detiene significativamente un mayor porcentaje de radiación ultravioleta que el vidrio templado, alrededor de una 43% más.

La aplicación de láminas de seguridad provoca una reducción al paso de radiación UV. Sin embargo, esta no es tan alta como se promociona por los distribuidores de estos productos. La aplicación de este tipo de láminas reduce en promedio un 56,3% del paso de radiación UV. Mientras mayor es el grosor de una lámina, mayor es el porcentaje de oposición al paso de radiación ultra violeta, observándose una diferencia de 25% de reducción entre la lámina más delgada y la de mayor grosor de un mismo fabricante.

La visibilidad es un tema de fundamental importancia al momento de conducir. De la misma manera, mientras mayor es el control del paso de luz visible que ofrece una lámina, mayor es la protección frente a la radiación ultravioleta. Es decir, la visibilidad es inversamente proporcional a la protección de la radiación UV, ello debido a que el rango de la radiación UVA (315-400nm) se traslapa con el comienzo del rango del espectro de luz visible (380 a 780nm), estando en esta zona la mayor cantidad de radiación UV que alcanza a transmitirse a través del vidrio.

REFERENCIAS Domingo, J. A. (2013, Septiembre 2). *Nuevas tendencias en la formación profesional*. Retrieved marzo 1, 2014, from Aula de Secundaria, Didáctica, Didáctica, tutoría, gestión y Orientación: <http://auladesecundaria.wordpress.com/2013/09/02/nuevas-tendencias-en-la-formacion-profesional/>

Asociación Nacional de Centros E-Learning y distancia. (2014, junio 24). *La formación profesional como impulso a la recuperación económica e Europa*. Retrieved 29 agosto, 2015

Bravo, N. (2009). Competencias proyecto Tuning-Europa, Tuning América Latina. *Informes de las Cuatro Reuniones del Proyecto Tuning-Europa América Latina. Buenos Aires 2005, Belo Horizonte 2005, San José de Costa Rica 2006, Bruselas 2006 y México 2007*.

Martínez, G. (2014). Las competencias y la formación de ingenieros en el siglo XXI. *Ingenierías*(62), 5.

Capote, G., Rizo, N., & Bravo, G. (2016, enero-abril). *La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria*. Retrieved from Universidad y sociedad: <http://scielo.sld.cu>

Brunner, J. J., & Ferrada, R. (2011). *Educación Superior en Iberoamérica - Informe 2011*. Santiago de Chile: Centro interuniversitario de Desarrollo (CINDA) Universia.

Ministerio de Educación Superior. Dirección de Formación. (2016). *Documento Base para la conformación del Plan de Estudios E*.

Cámara-Zapata, J. (2016). Formación en Ingeniería en España. *international Journal of Education Reseach and Innovation (IJERI)*(5), 112-123.

(2005). *Informe Final del Simposio de Ingeniería para las Américas*. Lima.

Valle-Fasco, M. (2018, enero 3). Nuevo Plan de Estudios, nuevas expectativas. *Gamma*, pp. 4-5.

Saborido Loidi, J. R. (2018). Conferencia La Universidad y la Agenda 2030 de desarrollo sostenible en el centenario de la Reforma de Córdoba. Visión desde Cuba. *Congreso Universidad 2018*. La Habana, Cuba.

- CEPAL/OIT. (2013, Octubre). *Naciones Unidas - CEPAL*. Retrieved Enero 12, 2014, from Coyuntura Laboral en America Latina y el Caribe. Desafíos e innovaciones de la formación Profesional: <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/51404/P51404.xml&>
- Ministerio de Educación Superior. Dirección de Formación. (2007). *Planes de Estudio D. Carreras de Ciencias Técnicas*. La Habana.
- PortalCaña. *Noticias del mundo cañero*. (2018, febrero 17). Retrieved julio 7, 2018, from <https://www.portalcania.com.ar/noticia/segun-la-organizacion-internacional-del-azucar-este-ano-habra-una-campana-de-record-mundial-de-produccion/>
- Editorial. (2016, diciembre 9). La producción de azúcar cierra el año con 580.000 t. *El Telégrafo*. Retrieved julio 7, 2018, from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-produccion-de-azucar-cierra-el-ano-con-580-000-t>
- Agencia Civil Espacial Ecuatoriana. (2008). *informe hiperion*. Guayaquil.
- Organizacion Mundial de la Salud. (n.d.). *Indice UV solar mundial*. Ginebra: Biblioteca oms.
- McKenzie, J. B. (n.d.). *Where on Earth has the highest UV*. lauder: National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA).
- Secretaría de Movilidad Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014, 10 30). *diagnostico e la movilidad en el distrito metropolitano*. Retrieved from gobierno abierto quito: <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/pdf/diagnosticomovilidad.pdf>
- Chanisada Tuchinda, S. S. (2006). Photoprotection by window glass, automobile glass and sunglasses. *J AM ACAD DERMATOL*, 845-854.
- Lopez, T., & Matinez, A. (2003). *El mundo magico del vidrio*. Mexico D.F.: fondo de cultura economica.
- Palacio, J. M. (2003). *El vidrio*. Madrid: Concejo superior de investigaciones cientificas sociedad española de ceramica y vidrio.
- GmbH, R. B. (2005). *Manual de la técnica del automovil*. Blochigen: Robert Bosch GmbH.
- INEN 1727. (2011). *Vidrios de seguridad determinacion de la transmision luminosa*. Quito.
- INEN 1669. (2011). *Vidrios de seguridad para automotores. requisitos*. Quito: Ecuador.
- Artiaga, J. M. (n.d.). Lentes de proteccion ocular. In *Optica oftalmica II* (pp. 1-26).
- Nidek Co. Ltd. (2009). *LF 8880 uv*. Japon.
- Aranda, M. v. (n.d.). *fotoproteccion en tejidos y acristalamientos*.
- Cazares, C., & Pablo, J. (2012). Automoviles y exposición ultra violeta en mexico. *Revista de investigacion clinica, LXIV*(6), 620-624.