

# Identificación de los factores que influyen en los hábitos de consumo de energía asociados al nivel cultural de los habitantes del sector Fortín de la ciudad de Guayaquil

Delgado Plaza Emérita, Ph.D<sup>1</sup>, Guevara Sáenz de Viteri Jéssica, MSc<sup>1</sup>, Abad Moran Jorge, Ph.D<sup>1</sup> Peralta Jaramillo Juan, Ph.D<sup>1</sup>, Carlozama Jose, MSc<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Ecuador, eadelgad@espol.edu.ec, jgueva@espol.edu.ec, jabad@espol.edu.ec, jperal@espol.edu.ec, jcarloza@espol.edu.ec

## Abstract

*This paper presents survey results about energy habits and residential behaviors of high school students belonging to a marginal urban sector called “el Fortín” in the city of Guayaquil. The objective is to identify users’ perceptions about determinants of energy efficiency measures associated to their energy culture with the use of logistics regression models. It is a result of an outreach program made by the Mechanical and Production Science Faculty of the ESPOL.*

*Based on the results, this paper identifies and proposes changes to methodologies and contents to be used at community levels to increase energy savings at home.*

**Keywords:** Habits, Energy, urban-marginal, behavior, energy culture

## Resumen

*El presente artículo recopila parte de los resultados obtenidos del levantamiento y tabulación del muestreo realizado a un conjunto de estudiantes del bachillerato, en relación a la identificación de hábitos y comportamientos que influyen en la percepción sobre las medidas de gestión energética, dentro del Programa de Vinculación con la Sociedad titulado “Programa para el Aprovechamiento de recursos energéticos y su gestión” que se lleva a cabo en la Facultad de Ingeniería en Mecánica en articulación con las Instituciones de Educación Media del Sector urbano marginal del el Fortín en la ciudad de Guayaquil*

*A partir de los resultados obtenidos, se busca plantear cambios en los contenidos y procesos metodológicos de capacitación a nivel comunitario para la generación de herramientas y técnicas de buenas prácticas con el propósito de incrementar el ahorro energético domiciliario.*

**Palabras Clave:** Hábitos, Energía, urbano-marginal, comportamiento, cultura energética

## I. INTRODUCCIÓN

El trabajo desarrollado se basa en uno de los programas de vinculación con la sociedad que la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción perteneciente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) lleva a cabo con el nombre de “Concienciación para la Gestión Energética domiciliar orientada a los estudiantes del Bachillerato General Unificado de entidades educativas localizadas en sectores vulnerables de la localidad de Guayaquil- Prov. Guayas”. Este proyecto se centra en un proceso de capacitación por medio de facilitadores (estudiantes de la carrera de Mecánica) y el análisis de los factores que influyen sobre los hábitos de consumos energéticos en los hogares de los estudiantes de dos colegios ubicados en el sector denominado el Fortín. El objetivo principal del proyecto es identificar los hábitos familiares de consumo energético por medio de los estudiantes, con el fin de formular y gestionar un plan de concienciación y ahorro de energía domiciliar, que pueda ser aplicado posteriormente en cualquier hogar de las zonas urbano-marginales del país.

Es importante indicar, que dentro del panorama energético nacional, el sector residencial representa el 17% del consumo final total y el 25% de la demanda de energía eléctrica; estos valores hacen que este sector sea clave en los programas o medidas de gestión energética existentes en las políticas del gobierno dentro del Plan Nacional del Buen Vivir, debido a la importancia de las necesidades energéticas, y el alto porcentaje que conlleva en términos de energía final de generación. [1]

## II. FACTORES QUE INCIDEN EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA.

Sobre la base de las ideas expuestas, en el artículo aplicación del aprendizaje significativo para la socialización y sistematización de técnicas en eficiencia energética domiciliar [2], la metodología de evaluación del comportamiento socio-energético, se basa en un conjunto abierto de procedimientos relacionados a identificar buenas

prácticas de gestión energética a nivel residencial y domiciliario. [3]

Así mismo, las herramientas y técnicas empleadas se basan en instrumentos que permiten el levantamiento de información en forma cualitativa como cuantitativa a partir de listados de chequeo, encuestas y herramientas estadísticas. Con el fin de interpretar y generalizar la interfaz entre la teoría y el mundo real del usuario de energía (Fig. 1) [3] [4]

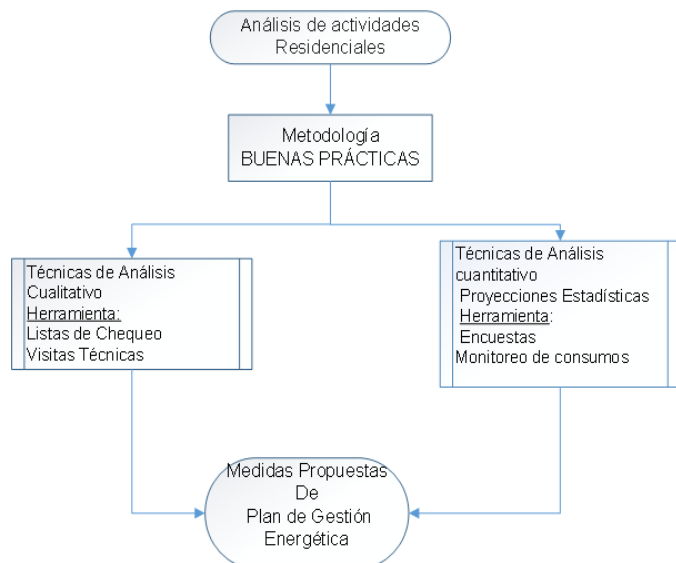


Fig. 1 Estructura Metodológica Empleada

Basándonos en la practicidad de los elementos secuenciales de análisis; el consumo energético residencial de una zona urbano marginal depende de factores tales como: ubicación geográfica, el número de personas que ocupan el domicilio, tipo y estado de la edificación, tecnología empleada para iluminación, formas y cantidad de electrodomésticos, condiciones de instalaciones eléctricas, control de consumo eléctrico (KWH/mes) y condiciones del entorno (períodos extensos e inesperados de cambios climáticos). [4]

Asimismo, el estudio de los factores de consumo es inseparable de la cultura y de la ideología, y se ha de integrar en el análisis global considerando la producción del recurso localmente [5]. Conocidos antropólogos tales como el Psicólogo Abraham Maslow refieren como necesidad básica a la vivienda y por ende se proyecta el uso de la dotación energética para la misma. Existe adicionalmente el aporte de un esquema de motivaciones psicológicas conspicuas tanto a nivel individual como grupal que según el nivel socio-económico relievian algunos de los factores citados. [6] [7]

### III. SELECCIÓN DE VARIABLES DE MUESTREO

El diseño de la herramienta de muestreo, denominada “Encuesta de Hábitos de Consumo” pretende determinar el

nivel cultural socio-energético, a partir del consumo de energía del hogar (Fig. 2). [7]

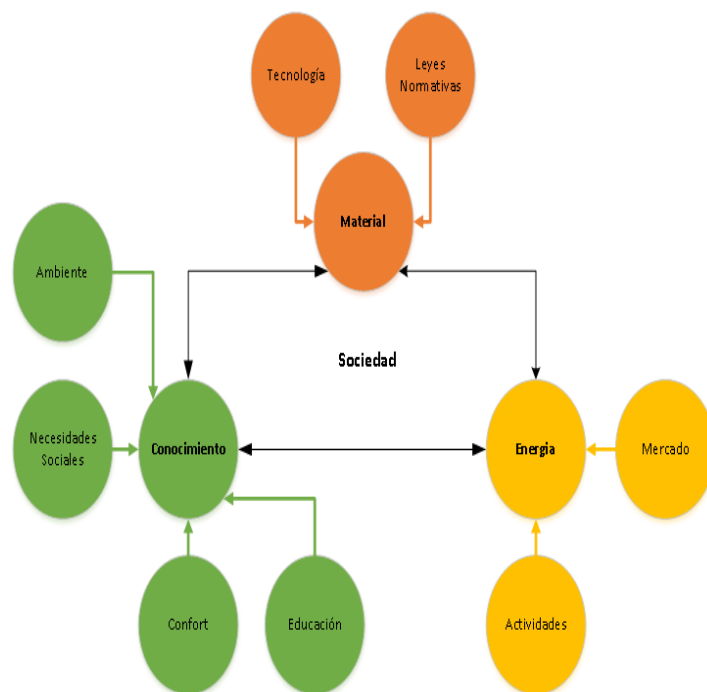


Fig. 2 Factores que afectan el nivel cultural Socio-Energético

El modelo de encuesta se basó en cuatro dimensiones del consumo de energía: ingeniería, economía, psicología y antropología. En esta perspectiva, cabe señalar que la dimensión antropológica en reiteradas ocasiones puede traslaparse en el análisis de las dimensiones antes referidas; en razón de que las actividades antropogénicas dependen de los niveles socio-económico y socio-cultural en los cuales se aplica la tecnología. [8] [9]

Debemos señalar, que en nuestro caso de estudio la demografía aunque es un aspecto cognitivo-normativo, esta se limita al sector del Fortín, al igual que mercado y educación son factores gubernamentales, mientras las actividades, tecnología, necesidades y confort corresponde a las prácticas energéticas que se realizan en el hogar [8] [10]. En este artículo se presenta el levantamiento de la línea base del nivel cultural socio-energético por medio del análisis de los hábitos de consumo energético, desde el punto de vista de variables que el estudiante conoce en su entorno, no se consideran las variables climáticas, infraestructura o económicas que involucren una capacitación previa, lo cual podría repercutir en el alcance del proyecto piloto.

A continuación, se muestra la Tabla I, en la cual se agrupan las variables consideradas en el muestreo de la encuesta dirigida y ejecutada en los domicilios de los estudiantes de la Unidad Educativa Eugenio Espejo.

TABLA I  
AGRUPACIÓN DE VARIABLES SEGÚN DIMENSIONES

DIMENSIONES	VARIABLES SELECCIONADAS
INGENIERÍA	Tipos de focos, electrodomésticos, presencia de escalas de eficiencia energética, consumo energético
ECONOMÍA	Número de focos y lámparas en domicilios, electrodomésticos, ahorros energéticos que mejoran el ambiente
PSICOLOGÍA	Uso y encendido de focos, electrodomésticos, percepción de uso y hábitos de consumo, proyecciones de consumo a mediano y largo plazo, percepción de bienestar

Tal como se expresó anteriormente, la dimensión antropológica se traslapa en las consideraciones de variables tales como: posesión de tipo y número de focos, electrodomésticos y proyecciones de consumo.

La encuesta desarrollada contiene los siguientes puntos de información:

- 1) Genérica: información del usuario como sexo, edad y número de identificación.
- 2) Iluminación: número, tipo y empleo de lámparas o focos en los hogares.
- 3) Electrodomésticos: número, tipo, escala de eficiencia energética de los equipos existentes en los hogares
- 4) Prácticas de consumo: información relacionada a los hábitos de consumo o uso de iluminación y equipos en los hogares.
- 5) Proyección de consumo

#### IV. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En este trabajo se analizaron los datos de 146 encuestas mediante SPSS 20.0, por medio de dos modelos de regresión logística. Un modelo de regresión logística, permite estudiar si una variable binomial depende, o no, de otra u otras variables (no necesariamente binomiales).

La variación en las edades de los encuestados se observa en la figura 3, donde la mayoría se encuentra alrededor de los 20 años, la edad promedio en todo el conjunto es de 22.87 años.

Desde la perspectiva más general, el análisis basado en la estadística descriptiva, que se muestra en la Tabla II, indica que el 60% de los encuestados son hombres, el 31% tiene electrodomésticos antes del año 2000, el 39% deja encendido el ruteador, el 56% verifican las etiquetas de eficiencia energética, el 53% realizan las lecturas de los medidores, el 99% piensa que la eficiencia energética es buena para el ambiente y la

economía, 98% piensa que es bueno ahorrar energía y el 65% piensa que tiene hábitos adecuados de consumo de energía.

TABLA II  
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. ttp.
Sexo	146	0	1	.60	.491
Edad	145	10	73	22.87	11.542
Apagar luces	144	1	4	2.99	1.000
Cantidad de focos	144	1	4	2.03	1.010
Electrodomésticos antes del 2000	146	0	1	.31	.463
Router encendido	145	0	1	.39	.489
Equipos con EE	144	0	1	.56	.498
Lectura de medidor	146	0	1	.53	.501
EE es buena para el ambiente y la economía	146	0	1	.99	.117
Hábitos de consumo adecuados	139	0	1	.65	.477
Consumo de energía en 2 a 3 años	144	1	3	1.94	.750
Es bueno ahorrar energía	146	0	1	.98	.142
N válido (según lista)	131				

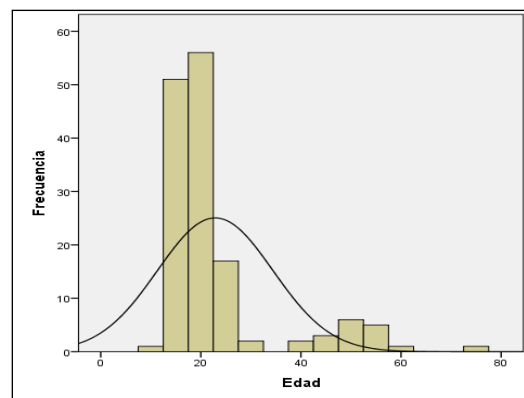


Fig 3. Histograma de Edades

#### V. RESULTADOS

Por otro lado, es importante mencionar que dentro de las 146 encuestas, existe un amplio rango en la edad de usuario (Fig. 3) Estos valores guardan relación porcentual con los valores estimados en la pirámide poblacional presentado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) dentro Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador . [1]

## Regresión logística 1

De los 146 casos, se utilizaron 136 debido a que no existían datos completos. Se quiere determinar con la aplicación de la regresión logística qué factores influyen en la percepción de los usuarios sobre un adecuado hábito de consumo de energía. La variable dependiente (y) es el adecuado hábito de consumo de energía y los factores independientes que pueden influir son:

- x<sub>1</sub>: edad,
- x<sub>2</sub>: sexo,
- x<sub>3</sub>: si se apagan las luces.

Realizando la regresión logística se determinó que el modelo puede pronosticar con una exactitud del 69.9%. (Tabla III). El resumen de las estadísticas del modelo se puede ver en las tablas IV, V y VI. Se puede apreciar que la estadística del Chi cuadrado es altamente significativa (p= 0.006) para el modelo general. El valor R<sup>2</sup> de ambos Cox and Snell and Nagelkerke son 0.089 y 0.123 respectivamente. La estadística del adecuado ajuste de Hosmer-Lemeshow indica que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos porque el valor es 0.13 (mayor a 0.05).

TABLA III.  
PRONOSTICO DEL MODELO 1

Tabla de Clasificación <sup>a</sup>					
Observado		Pronosticado			
		Hábitos de Consumo Adecuados		Porcentaje Correcto	
Paso 1	Hábitos de Consumo Adecuados	No	Si		
		No	12	34	26,1
	Si	7	83	92,2	
Porcentaje Total				69,9	

<sup>a</sup> El valor del corte es 5.00

TABLA IV.  
PRUEBAS OMNIBUS SOBRE LOS COEFICIENTES DEL MODELO

Paso 1		Chi cuadrado	gl	Sig.
		Paso	12.625	3
	Bloque	12.625	3	0.006
	Modelo	12.625	3	0.006

TABLA V.  
RESUMEN DEL MODELO 1

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	161.416 <sup>a</sup>	0.089	0.123

- a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de .001.

TABLA VI  
PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW

Paso	Chi Cuadrado	gl	Sig.
1	11,196	7	0.130

El resultado del modelo 1 de predicción muestra que solo apagar las luces es un predictor significativo del modelo porque tiene un valor menor a 0.05. Esta interpretación es confiable debido a que sus intervalos de coeficientes no cruzan el 1. La edad y el sexo no son predictores significantes del modelo.

$$Y = -0.482 + 0.587X_1 \quad (1)$$

donde:

$$X_1 = X_{\text{Apagar\_luces}}$$

La probabilidad de que tenga un adecuado hábito de consumo de energía puede ser pronosticado como:

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(-0.482 + 0.587X_1)}} \quad (2)$$

## Regresión logística 2

Este segundo modelo analiza la variable dependiente (y) que es el adecuado hábito de consumo de energía y los factores independientes que pueden influir son:

- x<sub>1</sub>: si se apagan las luces,
- x<sub>2</sub>: si se deja prendido el ruteador,
- x<sub>3</sub>: si los electrodomésticos son antes del año 2000,
- x<sub>4</sub>: verifica la escala de eficiencia energética de los equipos y,
- x<sub>5</sub>: si se realiza lectura de los medidores.

Asimismo, de los 146 casos se utilizaron 134 debido a que no existían datos completos. De igual manera, realizando la regresión logística se determinó que el modelo tiene una exactitud del 71.6% (Tabla VII). El resumen de las estadísticas del modelo se puede ver en las tablas VIII, IX y X. Se puede apreciar que la estadística del Chi cuadrado es altamente significativa (p= 0.004) para el modelo general. El valor R<sup>2</sup> de ambos Cox and Snell and Nagelkerke son 0.122 y 0.168 respectivamente. La estadística del adecuado ajuste de Hosmer-Lemeshow indica que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos porque el valor es 0.89 (mayor a 0.05).

TABLA VII.  
PRONOSTICO DEL MODELO 2

Tabla de Clasificación <sup>a</sup>					
Observado		Pronosticado			
		Hábitos de Consumo Adecuados		Porcentaje Correcto	
Paso 1	Hábitos de Consumo Adecuados	No	Si		
		No	16	30	34.8
	Si	8	80	90.9	
Porcentaje Total				71.6	

<sup>a</sup> El valor del corte es 5.00

TABLA VIII  
PRUEBAS OMNIBUS SOBRE LOS COEFICIENTES DEL MODELO

		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	17.369	5	.004
	Bloque	17.369	5	.004
	Modelo	17.369	5	.004

TABLA IX.  
RESUMEN DEL MODELO 2

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	155.006a	.122	.168

a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de .001.

TABLA X  
PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW

Paso	Chi cuadrado	gl	Sig.
1	3.610	8	.890

El resultado del modelo 2 de predicción muestra que solo apagar las luces es un predictor significativo del modelo porque tiene un valor menor a 0.05. Esta interpretación es confiable debido a que sus intervalos de coeficientes no cruzan el 1. Las variables de que si se deja prendido el ruteador, si los electrodomésticos son antes del año 2000, si los equipos son con escala de eficiencia energética y si se realiza la lectura de los medidores no son predictores significantes del modelo.

$$Y = -0.720 + 0.499X_1 \quad (3)$$

donde:

$$X_1 = X_{\text{Apagar\_luces}}$$

La probabilidad de que tenga un adecuado hábito de consumo de energía puede ser precedido como:

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(-0.720 + 0.499X_1)}} \quad (4)$$

Se realizaron los mismos análisis para identificar los factores que podrían influir tanto en la percepción de si es bueno ahorrar energía o si el ahorro de energía nos ayuda a mejorar el ambiente y la economía. En ambos casos, se utilizaron los dos modelos anteriores, el primero analizando las variables de sexo, edad y el comportamiento de apagar las luces; y en el segundo analizando las variables de apagar las luces, dejar el ruteador prendido, utilizar equipos anteriores al 2000, verificar la escala de eficiencia energética y realizar lecturas del medidor. Ninguna de las variables resultó significativa.

## VI. CONCLUSIONES

En el marco de las observaciones anteriores, es importante destacar la percepción que tiene los usuarios en relación a la proyección del consumo de energía en los próximos años. En la Fig. 4, se puede observar que solo 46 encuestados consideran que pueden disminuir su consumo, lo que equivale a un 31.7% de los encuestados.

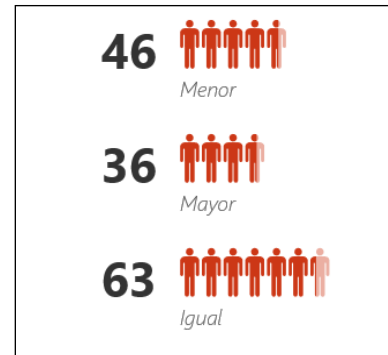


Fig. 4. Proyección de Consumo de Energía

A manera de resumen final, y partiendo de los resultados del análisis de la regresión logística de los modelos planteados, podemos concluir, lo siguiente:

En términos de las variables de género y edad (a nivel de estudiantes del bachillerato), no se identificaron variación de las tendencias en la percepción sobre el conocimiento o aplicación de los hábitos de consumo de energía, por lo que estas variables no influyen en la determinación del nivel cultural socio-energético de los estudiantes. Por otro lado, esto implica que el diseño de contenidos y de herramientas de formación en gestión energética puede ser genérico, lo que permitiría su replicabilidad en otras instituciones de educación media de los sectores urbanos-marginales. Esta conclusión deberá ser validada por medio de otra investigación que compare este resultado con resultados en sectores medios y pudientes de la sociedad con el propósito de validar o excluir el factor económico.

Se puede apreciar que solo la variable de apagar las luces influye en la probabilidad de la percepción de los estudiantes sobre el conocimiento o aplicación de los hábitos de consumo de energía. Por lo tanto, esta variable es importante para estimar el nivel cultural socio-energético del sector.

Las demás variables no presentan una influencia en el conocimiento o aplicación de hábitos de consumo energético; una posible razón es debido a las condiciones de vida en las zonas urbanas-marginales como es el caso del Fortín, en donde los residentes presenta un comportamiento de uso diario, traslapado en el contexto de las dimensiones económicas, psicológicas y antropológica; muy débilmente influenciado por aspectos energéticos o ambientales.

El análisis precedente, permitirá el rediseño o desarrollo del Plan de Concientización, herramientas de muestreo, entre otras técnicas de recolección de datos, las cuales, serán implementadas en otra institución de educación para su validación como parte del proyecto de vinculación con la sociedad que se está ejecutando.

Cabe añadir, que identificado los hábitos de consumo energético en los estudiantes, se procede a elaboración del plan de capacitación energética articulando las variables que no fueron consideradas importantes por los encuestados, pero tienen una influencia directa en la gestión energética domiciliaria.

## VI. REFERENCIAS

- [1] Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, 02 2016. [En línea]. Available: <http://www.buenvivir.gob.ec/>.
- [2] E. Delgado, J. Peralta, J. Guevara y M. Naranjo, «Aplicación del aprendizaje significativo para la socialización y sistematización de técnicas en eficiencia energética domiciliaria,» *Conference Proceedings THE FOURTEEN LACCEI INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE FOR ENGINEERING, EDUCATION AND TECHNOLOGY*, 2016.
- [3] L. P, G. J y R. A, «Factors Influencing Urban Design,» *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute*, 1982.
- [4] A. Capon, E. Synnott y S. & Holliday, «Urbanism, climate change and health: systems approaches to governance,» *New South Wales Public Health Bulletin*, p. 24–28, 2009.
- [5] P. Laconte, «The Environment of Human Settlements - Well-Being in Cities,» *Pergamon Press*, 1976.
- [6] H. Bambrick, «Climate change and health in the urban environment: adaptation opportunities in Australian cities,» *Asia-Pacific Journal of Public Health / Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health*, vol. 23, pp. 67-79, 2011.
- [7] A. S. E. & H. S. Capon, «Urbanism, climate change and health: systems approaches to governance,» *New South Wales Public Health Bulletin*, pp. 24-28, 2009.
- [8] M. H. Ishaka, I. Sipanb, M. Saprib, A. H. M. Imanc y D. Martina, «Estimating potential saving with energy consumption behaviour model in higher education institutions,» *Sustainable Environment Research*, 2016.
- [9] X. Bai, «Health and wellbeing in the changing urban environment: complex challenges, scientific responses, and the way forward,» *Current Opinion in Environmental Sustainability*, p. 465–472, 2012.
- [10] Z. Ding, G. Wang, Z. Liu y R. Long, «Research on differences in the factors influencing the energy-saving behavior of urban and rural residents in China—A case study of Jiangsu Province,» *Energy Policy*, vol. 100, p. 252–259, 2017.