REPERCUSIÓN ACÚSTICA DE LA MORFOLOGÍA URBANA EN CALLES PEATONALES

Carlos Alonso Montolio, Isabel Crespo Cabillo

Cómo citar este artículo: ALONSO MONTOLIO, C. y CRESPO CABILLO, C. *Repercusión acústica de la morfología urbana en calles peatonales* [en línea] Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: *ACE: Architecture, City and Environment*, 14 (41): 175-184, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.14.41.8209> ISSN: 1886-4805.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

ACOUSTIC IMPACT OF URBAN MORPHOLOGY IN PEDESTRIAN STREETS

Key words: Urban morphology; urban acoustics; urban canyon acoustics; pedestrian streets

Structured abstract

Objective

Current municipal policy on the use of public space proposes the reduction of road traffic on the streets, especially on narrow streets. This strategy encourages other uses of public space, which may compromise the objective of pacification. The present study analyses the acoustic behaviour of streets with this type of urban morphology, in order to establish general criteria when making decisions.

Methodology

Sound intensity level at different heights of a building's façade have been taken, in a narrow street, in two different acoustic situations: streets occupied by pedestrians and streets without people.

Conclusions

The acoustic levels measured at different heights of the facade of a building are very similar. In certain urban morphologies, such as streets with a narrow urban canyon, the sound level that reaches the windows located at different heights of a building are very similar.

Originality

The studies of urban acoustics focus mainly on the sound produced by traffic. In this study, the users of terraces and other leisure facilities have been considered as the main sound sources.

REPERCUSIÓN ACÚSTICA DE LA MORFOLOGÍA URBANA EN CALLES PEATONALES

ALONSO MONTOLIO, Carlos ¹

CRESPO CABILLO, Isabel ²

Remisión inicial: 14-04-2019

Remisión final: 19-06-2019

Aceptación inicial: 07-06-2019

Aceptación definitiva: 20-06-2019

Palabras clave: Morfología urbana; acústica urbana; acústica del cañón urbano; calles peatonales

Resumen estructurado

Objetivo

La actual política municipal sobre el uso del espacio público propone la reducción del tráfico rodado en las calles, especialmente en calles de sección estrecha. Esta estrategia favorece otros usos del espacio público, que pueden comprometer el objetivo de pacificación. El presente estudio analiza el comportamiento acústico de calles con este tipo de morfología urbana, con el fin de fundamentar criterios a la hora de la toma de decisiones.

Metodología

Se han tomado medidas del nivel de intensidad sonora que llega a distintas alturas de la fachada de un edificio, en una calle de sección estrecha, en dos condiciones acústicas del entorno distintas: con las calles ocupadas por peatones o vacías.

Conclusiones

El nivel de ruido medido a las distintas alturas de la fachada del edificio es muy similar. En determinadas morfologías urbanas, como calles con una sección de cañón urbano estrecho, el sonido que llega a las ventanas de las viviendas es muy parecido para todas las plantas.

Originalidad

Los estudios de acústica urbana se centran principalmente en el sonido producido por el tráfico. En este estudio se han considerado los usuarios de terrazas y otros locales de ocio como las fuentes de sonido a medir.

¹ Dr. Arquitecto. Profesor lector Serra Hunter del Departamento de Tecnología de la Arquitectura (TA). Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Correo electrónico: carlos.alonso-montolio@upc.edu

² Dra. Arquitecta. Profesora agregada del Departamento de Representación Arquitectónica (RA). Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Correo electrónico: isabel.crespo@upc.edu

1. Introducción

La calidad de la vida urbana es esencial para que las ciudades prosperen. Los ciudadanos, que son la parte esencial de la ciudad, deben volver a ser el centro de atención. El futuro depende de hacer que las ciudades sean más sanas, seguras, eficientes y socialmente estables. Devolver la ciudad al peatón puede generar beneficios inmediatos en el propio individuo y a la comunidad a la que pertenece.

Los beneficios de la ciudad peatonal son múltiples por ello en los últimos años, las políticas locales han impulsado la reducción del tráfico rodado y se ha apostado por la peatonalización de las ciudades, en una voluntad de recuperar las calles y plazas como espacio de convivencia (Gehl, 2010). Esto ha venido acompañado de estudios científicos, sociales y técnicos sobre las condiciones ambientales que la calle ofrece al peatón. En ciudades de morfología compacta, la mayor parte de estos trabajos se ha centrado en aspectos de radiación solar o de ventilación (Oke, 1967; Arnfield, 1990), pero pocos se centran en el ruido como uno de los principales parámetros ambientales que afectan el confort de los ciudadanos.

La mayoría de estudios sobre las condiciones acústicas del espacio público consideran el tráfico rodado como la principal fuente emisora. Algunos de ellos analizan, mediante simulaciones, el efecto de los obstáculos en los niveles de ruido sobre las fachadas (Montes, 2018; Llinares *et al.*, 1996) o a nivel del suelo de la calle. (Bressa *et al.*, 2013; Hornikx, 2016).

La progresiva “pacificación” de las calles ha reducido el ruido originado por el tráfico rodado y sin embargo, la recuperación del espacio para otras actividades ha hecho aflorar otras fuentes sonoras. En muchos casos se detecta que la principal fuente emisora de ruido es la actividad de usuarios del espacio público.

Este trabajo centra su atención en situaciones donde el uso del espacio público genera ruido y en cómo esto repercute en los vecinos de estas calles. Es por ello que el principal objetivo es averiguar cuál es el papel de la propia forma de la calle en este fenómeno: cómo la morfología urbana puede incidir en la propagación del ruido dentro de su sección, para mitigar o agravar esta situación.

En ciudades como Barcelona están proliferando las políticas de “peatonalización”. Las condiciones climáticas favorables, los atractivos turísticos, comerciales, las tradiciones culturales en el uso compartido del espacio público, así como una voluntad de reducción de la contaminación han favorecido este hecho. Esto ha llevado a una reducción importante o incluso supresión del tráfico de vehículos, especialmente los privados.

Se han hecho ciudades más “paseables” y espacios públicos capaces de albergar actividades colectivas y espacios de relación que mitiguen la posible vulnerabilidad de la ciudadanía (Pozueta, 2013). Pero no se ha reflexionado suficientemente sobre la repercusión que esto puede tener en el descanso de los vecinos. La concentración de terrazas de locales de restauración en calles sin tráfico puede convertirse en una molestia que amenace las condiciones de bienestar de los vecinos en sus casas.

Algunos estudios han formulado la relación entre la actividad lúdica de las personas en el espacio público y las consecuencias acústicas que tienen en la proximidad en la misma calle (Bellesteros *et al.*, 2014).

Un aspecto a valorar es el hecho de que el ruido generado por el tráfico rodado constante se convierte en menos molesto que el generado por conversaciones o griterío, en condiciones cuantitativas similares. La carga informativa del sonido es una componente que hace que ruidos, incluso menos intensos que otros, puedan molestar más, porque reclaman mayor atención del oyente que un fondo sonoro continuo.

**Figura 1. Mapa estratégico de ruido de Barcelona (2012-2017)
de nivel acústico ponderado día-tarde-noche en el área de estudio**

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Gencat (Gencat.cat). El mapa representa gráficamente los niveles acústicos equivalentes ponderados día-tarde-noche por tramo de calle. Nota: Encuadrado el tramo de estudio.

Ante esto, y antes de proponer soluciones paliativas, como el cerramiento hermético de ventanas, la huida a otros barrios por parte de los vecinos o la reducción horaria de ciertas actividades comerciales que activan la economía, parece razonable saber qué componentes intervienen en determinado perjuicio al bienestar de las personas. Las recientes políticas municipales de pacificación y de mejora del espacio público, ya sea por mejoras materiales en las aceras o por políticas sobre la movilidad, han provocado procesos de gentrificación en algunos sectores que acaban vaciando de ciudadanos las viviendas en lugares demasiado concurridos (Pareja, 2014; Tapada-Berteli, 2011).

El objetivo de este trabajo es determinar el papel que tiene la forma de la calle en el ruido que llega al plano de la fachada e intentar establecer si las hipótesis que valen para acústicas de salas son aplicables en espacios abiertos. Se pretende completar el espectro de estudios que

se han basado en simulaciones mediante mediciones de nivel de intensidad acústica provocado por fuentes de sonido debidas a actividades lúdicas. Se tomarán puntos a distintas alturas de la fachada de un edificio situado en un cañón urbano que presenta una proporción alto/ancho de 2,3/1.

2. Metodología

Se ha realizado una campaña de mediciones en una calle del barrio de Poble Sec de la ciudad de Barcelona, la calle de Blai, durante el verano de 2018. La elección de la calle de Blai, responde a su condición peatonal en un sector de la ciudad con calles estrechas, en una zona no especialmente turística. Esta calle no tiene grandes desniveles, como otras del mismo barrio, tiene una sección relativamente estrecha (altura 23 y anchura 9,8) y no forma parte de la trama viaria principal de la ciudad. Estas condiciones la hacen adecuada a la instalación de negocios de restauración con terrazas en la calle. La figura 2 recoge el registro geo-localizado de locales con terraza a lo largo de ella.

Figura 2. Mapa de locales y terrazas de la calle Blai

Fuente: Elaboración propia. Nota: Encuadrado el tramo de estudio.

Se escogió un tramo de la calle de fachadas paralelas, cornisa lo más regular y continua posible y de sección simétrica, con una relación de cañón urbano aproximado de 2/1. La figura 3 corresponde a la planta y la figura 4 a la sección transversal del tramo de calle escogido.

En cuanto a las terrazas, fuente principal de ruido, se han registrado 12 unidades de 1 mesa con 4 sillas, al pie del edificio escogido para las mediciones; otras 4 unidades iguales a una distancia de unos 25 metros hacia cada lado de la calle. Un total de ocupación potencial de 80 personas, 48 en la proximidad y otras 32 más alejadas. La figura 3 recoge esta disposición. La normativa de terrazas de la ciudad de Barcelona obliga a mantener una separación a las fachadas por lo que, en este caso, se sitúan en el centro de la sección a unos 4 o 5 metros de cada fachada.

Figura 3. Ubicación de las terrazas en el tramo de estudio de la calle Blai, entre calle de la Creu de Molers y calle de Blasco de Garay

Fuente: Elaboración propia. Nota: Encuadrado el tramo de estudio.

Se hicieron mediciones en tres días distintos, de fines de semana consecutivos de julio y agosto de 2018, en tres momentos distintos cada uno de los tres días, durante el horario de apertura de los negocios y por la tarde. Los valores obtenidos se compararon con otras mediciones tomadas en los mismos puntos, pero después de la hora de cierre de los negocios, cuando las terrazas están recogidas.

Esta segunda situación consideraba como principal fuente de ruido el fondo sonoro de la propia calle y del tráfico rodado de las calles colindantes -donde hay un importante volumen de circulación de automóviles y autobuses- que llega al punto de medición desde los extremos de la misma calle y por encima de los edificios.

Con los valores numéricos se han confeccionado los gráficos correspondientes cuyo soporte es la propia sección de la calle que se muestra en la figura 4. Este ejercicio de superposición aumenta la capacidad analítica de los resultados puramente numéricos por cuanto los dibujos pueden añadir cualidades a la valoración.

Figura 4. Sección AA' del cañón urbano analizado

Fuente: Elaboración propia.

2.1 Mediciones

La calle, en el punto de medición, tiene las siguientes características geométricas y materiales:

- Ancho: 9,80 m
- Edificación sobre rasante: 7 plantas (Planta baja + 6)
- Altura promedio entorno: 23,00 m
- Relación espacial: 2,3/1
- Fachadas de materiales duros y reflectantes del sonido
- Ventanas a la calle cerradas (salvo puntos de medida)

Las mediciones se tomaron en cada entreplanta de la misma fachada, a través de las ventanas abiertas sobre los rellanos de la escalera vecinal y a unos 20 cm del plano de fachada. Con esto se evitaron posibles fuentes de ruido provenientes de la propia vivienda y se pudo comparar el valor en cada planta con el valor tomado a pie de calle, a la misma separación de 20 cm del plano de fachada, frente a la entrada de la escalera. La altura del emisor (personas sentadas en las terrazas) es a 1,10 m sobre el nivel suelo.

En el momento de hacer las mediciones durante el período de apertura de las terrazas, la ocupación de éstas fue de entre 36 y 46 personas, lo que supone una media del 50% de las plazas disponibles, estos valores de ocupación se mantuvieron en todas las unidades de terraza y en todas las mediciones. Las mediciones durante el período de cierre se tomaron en los mismos puntos de cada planta.

Para llevar a cabo las mediciones, se usaron sonómetros tipo Velleman DVM805.

- Estándares Aplicables: IEC651 TIPO 2, ANSI S1.4 TIPO 2
- Rango de frecuencia: 31,5 Hz-8 KHz
- Resolución: 0,1 dB
- Rango de Medición: low (bajo) 30-100 dB
- Ponderación de frecuencia: A

- Filtro de Medición: Slow (lento) 1s
- Función: Valor Max / Hold

2.2 Resultados

Tabla 1. Niveles acústicos en el exterior de la fachada a distintas alturas

Fecha: 21 de Julio de 2018

Ocupacion: 42 Personas

Altura (m)	Nivel Acústico Medido 1 (dBA)	Intensidad Acústica 1 (W/m ²)	Nivel Acústico Medido 2 (dBA)	Intensidad Acústica 2 (W/m ²)	Nivel Acústico Medido 3 (dBA)	Intensidad Acústica 3 (W/m ²)
1,10	77,5	$5,62 \times 10^{-5}$	75,8	$3,80 \times 10^{-5}$	78,1	$6,46 \times 10^{-5}$
7,70	73,3	$2,14 \times 10^{-5}$	74,5	$2,82 \times 10^{-5}$	73,7	$2,34 \times 10^{-5}$
12,42	74,8	$3,02 \times 10^{-5}$	76,5	$4,47 \times 10^{-5}$	76,1	$4,07 \times 10^{-5}$
15,71	71,5	$1,41 \times 10^{-5}$	70,3	$1,07 \times 10^{-5}$	70,5	$1,12 \times 10^{-5}$

Intensidad Acústica Promedio (W/m ²)	Nivel Acústico Promedio (dBA)
$5,29 \times 10^{-5}$	77,2
$2,43 \times 10^{-5}$	73,9
$3,85 \times 10^{-5}$	75,9
$1,20 \times 10^{-5}$	70,8

Fecha: 28 de Julio de 2018

Ocupacion: 36 Personas

Altura (m)	Nivel Acústico Medido 1 (dBA)	Intensidad Acústica 1 (W/m ²)	Nivel Acústico Medido 2 (dBA)	Intensidad Acústica 2 (W/m ²)	Nivel Acústico Medido 3 (dBA)	Intensidad Acústica 3 (W/m ²)
1,10	76,7	$4,68 \times 10^{-5}$	76,9	$4,90 \times 10^{-5}$	77,1	$5,13 \times 10^{-5}$
7,70	72,5	$1,78 \times 10^{-5}$	70,5	$1,12 \times 10^{-5}$	73,4	$2,19 \times 10^{-5}$
12,42	76,3	$4,27 \times 10^{-5}$	75,4	$3,47 \times 10^{-5}$	76,1	$4,07 \times 10^{-5}$
15,71	70,7	$1,17 \times 10^{-5}$	71,3	$1,35 \times 10^{-5}$	70,1	$1,02 \times 10^{-5}$

Intensidad Acústica Promedio (W/m ²)	Nivel Acústico Promedio (dBA)
$4,90 \times 10^{-5}$	76,9
$1,70 \times 10^{-5}$	72,3
$3,94 \times 10^{-5}$	76,0
$1,18 \times 10^{-5}$	70,7

Fecha: 4 de Agosto de 2018

Ocupacion: 46 Personas

Altura (m)	Nivel Acústico Medido 1 (dBA)	Intensidad Acústica 1 (W/m ²)	Nivel Acústico Medido 2 (dBA)	Intensidad Acústica 2 (W/m ²)	Nivel Acústico Medido 3 (dBA)	Intensidad Acústica 3 (W/m ²)
1,10	77,9	$6,17 \times 10^{-5}$	80,2	$1,05 \times 10^{-4}$	78,8	$7,59 \times 10^{-5}$
7,70	72,0	$1,58 \times 10^{-5}$	73,4	$2,19 \times 10^{-5}$	75,2	$3,31 \times 10^{-5}$
12,42	76,4	$4,37 \times 10^{-5}$	76,3	$4,27 \times 10^{-5}$	77,1	$5,13 \times 10^{-5}$
15,71	70,5	$1,12 \times 10^{-5}$	71,2	$1,32 \times 10^{-5}$	70,7	$1,17 \times 10^{-5}$

Intensidad Acústica Promedio (W/m ²)	Nivel Acústico Promedio (dBA)
$8,07 \times 10^{-5}$	79,1
$2,36 \times 10^{-5}$	73,7
$4,59 \times 10^{-5}$	76,6
$1,21 \times 10^{-5}$	70,8

Fuente: Elaboración propia. Resultados de la campaña de mediciones.

Figura 5. Nivel acústico promedio medido en el exterior de la fachada a distintas alturas durante tres días

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Nivel acústico promedio medido en el exterior de la fachada a distintas alturas

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Análisis de resultados

Los datos revelan que el sonido que llega a las diferentes plantas de los edificios alineados a la calle se reduce en altura, aunque esta reducción no es la esperada, ni es estrictamente progresiva. Se podría esperar que la reducción del nivel acústico siguiera la ley del inverso del cuadrado de la distancia, es decir, que la diferencia entre la planta baja y las superiores fuera mayor de lo que muestran los valores tomados. Pero las mediciones ponen en evidencia que no se sigue esta ley de reducción por distancia al foco productor.

Por otro lado, en cuanto al patrón de distribución del sonido dentro del cañón urbano, vemos que tanto en el caso de la calle sin ocupar como en el de la calle ocupada por terrazas, el comportamiento es muy similar, pero con distintos valores en cuanto a los niveles medidos.

El ruido de fondo predominante del entorno procede de los extremos de la calle y, por difracción, de la calle principal del otro lado de los edificios, donde se desarrolla el tráfico rodado. Las terrazas constituyen una fuente muy próxima, localizada al pie de las casas, en el centro de la sección de la calle, con una difusión de patrón radial.

La comparación entre las mediciones en las dos situaciones refleja una gran diferencia de nivel acústico que se corresponde con los distintos valores de emisión, en ambos casos elevados; entre alrededor de 60 dB en la situación de cierre de terrazas y alrededor de 75 dB en situación de plena actividad. Pero, al contrario de lo esperado en espacios abiertos, no se reducen significativamente en altura.

Los datos medidos ponen en evidencia altos niveles de ruido en el plano de fachada de las viviendas y una significativa uniformidad de dichos valores en las diferentes plantas. Este efecto se detecta tanto cuando se mide el efecto con las terrazas ocupadas como cuando están desocupadas y solo existe el ruido de fondo.

3. Conclusiones

A la vista del análisis de los resultados obtenidos, se puede establecer que la reflexión del sonido en las fachadas hace que la reducción del sonido en altura en una calle no decrezca como sería de esperar en espacios abiertos, aproximadamente según el inverso de la distancia al cuadrado.

Desde el punto de vista acústico, una calle estrecha se comporta de forma más similar a un espacio interior que a un espacio exterior. Los principios acústicos generales, así como sus cálculos y simulaciones serían más cercanos a la acústica de salas que a la acústica urbana.

Una calle estrecha se entendería como una sala con un techo de alta absorción acústica. La reflexión que se produce en este tipo de calles es relativamente análoga a lo que ocurre en las salas. Pero en el espacio interior la reflexión del sonido en los planos de la sala acostumbra a considerarse como un efecto positivo, menos en casos de grandes ocupaciones y múltiples focos acústicos (bares, restaurantes, tiendas, etc). En el espacio urbano estas múltiples reflexiones en las fachadas de los edificios generan un efecto negativo, tanto en los peatones como en los vecinos.

Tras esta campaña de mediciones podemos establecer que, en una calle con un cañón urbano regular, de alrededor de 2/1 de relación alto/ancho, fachadas paralelas y sección simétrica, el sonido incidente en las fachadas de los edificios es muy parecido en cualquiera de las plantas del mismo. Aun tratándose de un espacio abierto, las molestias que se producen son muy similares en todas las plantas, no viéndose beneficiados los pisos superiores por el efecto de estar más lejos de los focos sonoros.

Dicho de otro modo, el bienestar de los vecinos en calles peatonales está comprometido tanto por la presencia de terrazas en el espacio público como por la propia forma de la calle, que refleja el ruido en sus fachadas.

Las mediciones que se presentan en este trabajo se hicieron en una calle que se considera representativa. Las calles que primero se convierten en peatonales siguen el patrón estudiado: calles secundarias, normalmente estrechas, de barrios tradicionales, situados en tramas urbanas consolidadas.

La colonización del espacio público por los negocios de restauración o por actividades colectivas debe tener en cuenta que la forma de cañón urbano descrita perjudicará a los vecinos, con ruido en todos los pisos prácticamente por igual. Por lo que el número de vecinos descontentos será más elevado que en el caso de calles más anchas o con proporciones más favorables.

Agradecimientos

Este artículo es parte de los resultados del proyecto de investigación BIA2016-77675-R concedido por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) del Gobierno de España, en la convocatoria de 2016, de la Dirección General de Investigación y Técnica de la Subdirección General de Proyectos de Investigación. Se agradece la colaboración en la campaña de mediciones de la arquitecta Patricia Duval Alcántara, que formó parte de su trabajo final de Master MBArch, línea Arquitectura, energía y medio ambiente.

Contribución de los autores: Conceptualización: CAM e ICC; Metodología: CAM e ICC; Interpretación y análisis de resultados: CAM e ICC; Escrito, revisión y edición: CAM e ICC;

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Bibliografía

ARNFIELD, A. J. *An approach to the estimation of the surface radiative properties and radiation budgets of cities*. En: Physical Geography Journal. Vol. 3 (2), pp. 97–122, 15 de mayo de 2013.

BALLESTEROS, M.J. *et al. Estimating leisure noise in Spanish cities*. En: Applied Acoustics. Vol. 86: 17-24, Diciembre 2014.

BRESSA, A., MENDONÇA, D., SURIANO M.T., LUCAS, L.C., AND VIVIANI, E. *Environmental Noise: the Influence of the Relationship between the Height and Width of Urban Canyons*. En: XIII International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Utrecht, Holanda 2013.

GENCAT.CAT. *Mapa estratègic de soroll* [en línea]. [Fecha de consulta: 18/04/2019]. Disponible en: <<http://sig.gencat.cat/visors/soroll.html>>

GEHL, J. *Life Between Buildings: Using Public Space* (transl. by Koch J.). Washington, DC. Island Press. 2011. 207 p. ISBN 978-1-59726-827-1

HORNIKX, M. *Ten questions concerning computational urban acoustics*. En: Building and Environment. Vol. 106 (1): 409-421. Septiembre 2016.

LLINARES J. *et al. Acústica Arquitectónica y Urbanística*. Editorial Universitat Politècnica de València. Valencia, 1996. P. 368

MONTES GONZÁLEZ, D. *et al. Acoustic screening effect on building façades due to parking lines in urban environments. Effects in noise mapping*. En: Applied Acoustics. Vol. 130 (2018): 1-14.

OKE, T.R. *Street design and urban canopy layer climate*. En: Energy and Building. Vol.11 n.1-3: 103-103. 1988.

PAREJA, M. y SIMÓ, M. *Dinámicas en el entorno construido: renovación, gentrificación y turismo. El caso de la Barceloneta*. En: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno. [en línea]. 2014, año 9, núm. 26. p.201-222. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5821/ace.9.26.3688>>

POZUETA, J., LIMÍQUIZ, F.J., MATEUS, S. “*La ciudad paseable*”. Ed. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Madrid, 2013.

TAPADA-BERTELI, T., ARBACI, S. *Proyectos de regeneración urbana en Barcelona contra la segregación socioespacial (1986-2009): ¿solución o mito?* En ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno. [en línea]. 2011, año 6, núm. 17. p. 187-222. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5821/ace.v6i17.2534>>