

# Propuesta de un *juego serio* de apoyo al curso de programación de producción

Guillermo L. Carmona González

Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, gcarmona@eafit.edu.co

Helmuth Trefftz

Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, htreffts@eafit.edu.co

## RESUMEN

El creciente mercado de los videojuegos y una población que cada vez está más acostumbrada a ellos han motivado una exploración creciente de su uso como herramienta de educación. El uso de los videojuegos con objetivos de aprendizaje ha sido se ha acuñado como *juegos serios*. Hay reportes de experiencias exitosas de la aplicación de los *juegos serios* en varios campos, especialmente en el militar, en la salud, entrenamiento, entre otros. Este trabajo presenta los resultados parciales del diseño y desarrollo de la construcción de un videojuego para ser utilizado en un curso académico. El videojuego se construirá para el curso programación de operaciones que imparte el Departamento de Ingeniería de Producción de la Universidad EAFIT. El videojuego busca incrementar la motivación y comprensión de algunos de los temas vistos en clase mediante la recreación de una situación empresarial donde el estudiante ponga en práctica su conocimiento.

**Palabras claves:** juegos serios, programación de operaciones, programación de producción, herramienta académica

## ABSTRACT

The growing market for video games and a population that is becoming more accustomed to them have led to a growing exploration of its use as an educational tool. The use of video games with learning goals has been coined as *serious games*. There are reports of successful application of *serious games* in various fields, particularly in the military, health, training, etc. This paper presents partial results of the design and development of the construction of a videogame for use in an academic course. The videogame will be developed to the course schedule of operations provided by the Department of Production Engineering of that university. The videogame aims to increase motivation and understanding of some of the topics covered in class through the recreation of a business situation where students put their knowledge into practice.

**Keywords:** serious games, scheduling, academic tool

## 1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de la asignatura de control de operaciones presentan algunos problemas en el curso según reporta su profesor. Históricamente, los estudiantes presentan dificultades para aplicar los conceptos teóricos vistos en clase; esto ha causado, según observaciones empíricas del profesor sobre las prácticas profesionales, una baja aplicación de dichos conceptos en la práctica industrial, lo que a su juicio impacta negativamente los procesos de toma de decisiones de la empresa. Lo anterior, según él, tendrá como consecuencia que el futuro profesional no tome decisiones con apoyo de los procesos formales, lo que impactará negativamente el desempeño del sistema productivo de la empresa en que labora. Además, señala, como una de las posibles causas la falta de laboratorios donde los estudiantes puedan poner en práctica las teorías vistas en clase y propone como una posible solución el uso de videojuegos que apoyen los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, el creciente mercado de los videojuegos y una población que cada vez está más habituada a los videojuegos han motivado una exploración creciente de la utilización de los videojuegos como herramientas de educación (Bergeron, 2006), (Michael & Chen, 2006) y (Salvat, 2009). El uso de los videojuegos con objetivos de aprendizaje ha sido definido como juegos serios (Bergeron, 2006), (Michael & Chen, 2006). (Salvat, 2009) indica que “El objetivo fundamental de los juegos serios es crear entornos de aprendizaje que permitan experimentar con problemas reales a través de videojuegos.” y continúa indicando que el propósito de los videojuegos es para “experimentar y probar múltiples soluciones, explorar, descubrir la información y los nuevos conocimientos sin temor a equivocarse, pues en el juego se toman decisiones que no tienen consecuencias en la realidad”.

La aplicación exitosa de los juegos serios se ha reportado en diferentes campos de conocimiento, pero especialmente en las áreas militares, sociales y de salud (Bergeron, 2006).

En el área de la administración de operaciones se reportan experiencias sobre el uso de herramientas computacionales para apoyar cursos de administración de operaciones. Algunas de estas experiencias tienen su mayor utilización en cursos de logística y cadena de abastecimiento. Algunas de estas herramientas son:

*The MIT Beer Game*: El juego de la cerveza fue desarrollada inicialmente en la escuela de negocios del Massachusetts Institute of Technology (MIT) para ilustrar algunos de los conceptos más importantes en la administración de una cadena de abastecimiento(The MIT Forum Supply Chain Innovation, 2009).

*Littlefield Technologies*: Es una simulación de un sistema de manufactura bajo pedido en el cual los jugadores deben tomar decisiones sobre capacidad de producción, compra de materiales y control de inventarios con el objetivo de maximizar las utilidades del sistema (Responsive Learning Technologies, 1996).

*The Supply Chain Game*: Similar al primero, el juego se enmarca en una cadena de abastecimiento en el sector automotriz. En el juego los estudiantes se dividen en equipos y cada equipo debe negociar contratos de abastecimiento y transporte de tal manera que se maximicen las utilidades(Alexopoulos & McGinnis, 2002).

*Juego empresarial para la enseñanza de inventarios con demanda variable*: es una herramienta académica propuesta para apoyar los cursos de gestión de inventarios. En este juego el estudiante debe tomar decisiones para mantener niveles de inventario adecuados de acuerdo a restricciones y políticas de una empresa ficticia (Carmona & Montoya, 2010).

Sin embargo, en el área de programación y control de operaciones no hay experiencias documentadas.

Este trabajo presenta los resultados parciales de un proyecto que pretende realizar una exploración en el diseño y desarrollo de un *juego serio* mediante la construcción de videojuego para ser usado en un curso. El videojuego se construirá para el curso programación de operaciones que imparte el Departamento de Ingeniería de Producción de la Universidad EAFIT. El videojuego busca incrementar la motivación y comprensión de algunos de los temas vistos en clase mediante la recreación de una situación empresarial donde el estudiante ponga en práctica su conocimiento.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1.1 DEFINICIÓN DE *JUEGO SERIO*

Aunque el término *juegos serio* fue definido por Clark Abt en 1970, en su libro *Serious Games*, según cita (Bergeron, 2006), tal definición estaba orientada a de juegos de mesa y juegos de carta. Sin embargo, y conforme ha avanzado la era de la informática, aparecen nuevas definiciones más adaptadas a la época.

De acuerdo a (Michael & Chen, 2006), el *juego serio* es “...un juego en el que la educación (en sus diferentes formas) es el objetivo principal, antes que el entretenimiento”. Por su parte, (Bergeron, 2006) define los juegos serios como “juegos que no solamente entretienen, sino que intencionalmente entregan un mensaje subyacente”.

### 2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS JUEGOS SERIOS

Los juegos serios han sido utilizados en diversos campos y con diferentes propósitos. Esto ha llevado a algunos autores a clasificarlos.

(Bergeron, 2006) clasifica los juegos serios en cinco categorías primarias y dos secundarias. Dentro de las categorías primarias define los juegos: con agenda, periodísticos, políticos, realistas y los juegos de competencias nucleares. Los juegos secundarios corresponden a los juegos reutilizados o COTS (comercial off-the-shelf) y modificados (mods) que son tecnologías que pueden ser utilizadas para crear cualquiera de las categorías primarias.

Por su parte y más recientemente, (Sawyer & Smith, 2008), han realizado una taxonomía de los juegos serios en siete modalidades que corresponden a siete sectores (Gobiernos y ONG, Defensa, sistemas de salud, Marketing y comunicaciones, educación, empresas e industria)

Teniendo en cuenta esta última clasificación, el *juego serio* desarrollado en éste trabajo estaría dentro del sector educación.

### 2.1.3 FACTORES CLAVE EN EL DESARROLLO DE UN *JUEGO SERIO*

Una de las formas para motivar el estudiante para el aprendizaje es mediante la diversión. Los juegos serios incluyen la diversión, lo que estimula un mayor interés y entusiasmo por el aprendizaje (Michael & Chen, 2006). Otro aspecto importante son los desafíos que se le presentan al jugador durante el videojuego, éstos deben estar acordes a su nivel de habilidades (Linehan & Kirman, 2007).

### 2.1.4 USO DE LOS *JUEGOS SERIOS* EN EL AULA DE CLASE

Al observar a un jugador frente a un videojuego se puede observar como éste presenta gran motivación; concentración; aprende acerca de la historia del juego, sus reglas; adquiere habilidades y destrezas a base de prueba y error, para poder enfrentarse a situaciones más complejas, aunque dedica gran cantidad de tiempo, el jugador siente que el tiempo “vuela”. Todos estos son aspectos que desearían lograr los profesores y entrenadores en los centros de aprendizaje.

Los videojuegos logran en el jugador desarrollar habilidades. Además, lo están llevando a adquirir nuevas formas de aprendizaje de acuerdo a varios autores.

(Bergeron, 2006) reporta que los jugadores regulares son más creativos, ambiciosos y optimistas acerca de sus habilidades y circunstancias. Además, señala que los jugadores presentan mejoras cognitivas, visuales y mentales. También menciona que las formas de pensamiento de quienes han jugado en diferente de aquellos que no. Los jugadores se resisten a los formatos instruccionales, se basa más en el ensayo y error, acepta instrucciones por pares (no por figuras de autoridad) y busca aprendizaje “justo a tiempo”, obteniendo las habilidades y la información justo antes de ser requerido.

(Salvat, 2009), indica que “El objetivo fundamental de los juegos serios es crear entornos de aprendizaje que permitan experimentar con problemas reales a través de videojuegos” y continúa indicando que el propósito de

los videojuegos es para “experimentar y probar múltiples soluciones, explorar, descubrir la información y los nuevos conocimientos sin temor a equivocarse, pues en el juego se toman decisiones que no tienen consecuencias en la realidad”.

Por su parte, (Michael & Chen, 2006) destacan que los juegos tienen el potencial de explorar los diferentes formas de aprendizaje en mayor medida que el entrenamiento, las lecturas, los videos o los videos y reporta otros beneficios de los juegos serios como: habilidad para modelar sistemas complejos, gran compromiso con el material, ventajas de la interactividad en el aprendizaje, similitudes con los métodos de enseñanza constructivista, y ahorros de costo y tiempo en el entrenamiento si se hiciera en el sistema real.

Uno de los aspectos importantes del uso de los juegos serios en el aula de clases es la medición del aprendizaje alcanzado por el estudiante. Existen varias formas, según (Michael & Chen, 2006), que van desde las tradicionales hasta nuevas propuestas como las de que el jugador pasa la prueba si este alcanza los objetivos del juego. Algunas de estas son: preguntas de múltiple selección dentro o fuera del juego, revisiones, observaciones, pruebas y entrevistas. Otra forma de valoración es si el estudiante alcanza las condiciones objetivos, el jugador pasa la prueba.

Otro aspecto significativo es que los juegos serios están alineados con la filosofía del constructivismo, ya que permite al jugador, mediante las experiencias logradas en el videojuego, construir su propia comprensión del mundo que él vive (Michael & Chen, 2006).

#### 2.1.5 DISEÑO DE *JUEGOS SERIOS*

(Lyon, 2009) presenta una propuesta de seis pasos para el diseño de juegos serios. (Gunter, Kenny, & Vick, 2007) proponen el modelo RETAIN para el diseño de juegos educativos. (Westera, Nadolski, Hummel, & Wopereis, 2008) presentan un framework para reducir la complejidad de diseño de *juegos serios*. (R. Nadolski et al., 2005) proponen la metodología y herramienta EMERGO para el desarrollo eficiente de *juegos serios*.

De acuerdo a (Bergeron, 2006), concretar un *juego serio* desde el concepto requiere de un plan de acción que se logra a través de un documento de diseño de juegos serios (SGDD – serious game design document). El SGDD debe aplicar las mejores prácticas y estándares conocidas por el desarrollador. Un buen SGDD debe direccionar cada fase del desarrollo del juego. En general, un SGDD puede contener las siguientes secciones: resumen, especificación de requisitos, arquitectura técnica, diseño del juego, programación, adquisición de activos y desarrollo, capacitación y depuración, despliegue, mantenimiento y solución de problemas, administración del proyecto y aspectos legales.

### 3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del trabajo de investigación se consideraron las propuestas metodológicas de algunos autores, pero especialmente la propuesta por (Bergeron, 2006) en cuanto al documento de diseño de juegos serios. Los pasos que se han desarrollado para los resultados actuales son:

- Revisión literatura sobre juegos serios
- Especificación de los objetivos pedagógicos: Identificar las competencias que se espera que el estudiante desarrolle mediante el juego. Además, definir los métodos de solución que el estudiante debe conocer para mejorar su desempeño. Estas especificaciones se definieron con el profesor de la materia.
- Determinación de la situación problemática a recrear en el videojuego. Se realizaron reuniones con profesores del área para generar posibles situaciones.

- Elaboración documento diseño del *juego serio*.
- Elegir y conocer herramienta para el desarrollo del juego.
- Desarrollar una versión preliminar del videojuego que satisfaga las especificaciones definidas en el objetivo anterior.
- Evaluar el impacto que tiene videojuego en la motivación y comprensión en los estudiantes por los temas de control y programación de operaciones y elaborar un informe con base en los resultados de las pruebas.
- Desarrollar la versión final del videojuego que incorpore las posibles mejoras encontradas así como soluciones a posibles errores y fallas detectadas en la etapa de pruebas.
- Elaborar el informe final del proyecto.

#### 4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS JUEGO

##### 4.1.1 DESCRIPCIÓN VIDEOJUEGO TALLER DE AUTOS

El juego se desarrolla en una empresa que tiene tres talleres de auto en el país. Cada taller tiene unas políticas establecidas para despachar los autos que llegan diariamente para ser reparados. El jugador, que es contratado por la empresa, selecciona una sucursal donde deberá mostrar sus habilidades como programador de producción.

El juego contará con tres niveles que corresponden a tres estrategias de programación: minimizar tardanza promedio, minimizar número de trabajos tardíos, minimizar trabajos tardíos con prioridad. Cada nivel puede ser seleccionado libremente, sin embargo, entre mayor sea el nivel, mayor es la complejidad de las decisiones.

En cada taller llegan varios autos diariamente. El jugador selecciona con el mouse los autos en el orden que los desee atender, según su estrategia para dar cumplimiento a las políticas de cada sucursal. Los autos se dirigen al taller y son reparados. Mientras transcurren los despachos, los clientes esperan por sus autos. Inicialmente los clientes se encuentran satisfechos (sonrientes) y al transcurrir el tiempo, si se presenta incumplimiento, estos cambiarán su sonrisa por seriedad y finalmente por enojo.

El orden de despacho de autos tiene impacto en varios indicadores. Este orden no es trivial, por el contrario existen varias estrategias que permiten alcanzar unos objetivos específicos. El jugador debe escoger la estrategia adecuada para alcanzar la política establecida. A través de los reportes de desempeño, el jugador obtiene una retroalimentación de la conveniencia de la estrategia seleccionada por él.

Al finalizar el despacho del día se presenta un reporte con los indicadores de despacho de acuerdo a las políticas de cada sucursal. Luego de transcurrido siete días, se determina si su desempeño fue bueno, en cuyo caso la empresa lo felicita y le extiende el contrato; de lo contrario, lo despedirá.

##### 4.1.2 PROTOTIPOS

Cómo estrategia de análisis y diseño del juego se ha hecho uso de prototipos en Excel®. Su uso permite especificar requisitos y establecer aspectos de diseño. En la figura 1 se puede apreciar la pantalla de inicio donde el jugador se le da la bienvenida (ver figura 1a). Luego, el usuario se ubica en el módulo que le permite seleccionar la sucursal en la que trabajará (ver figura 1b). Una vez seleccionada la sucursal, el usuario entra al escenario del taller de autos donde deberá seleccionar los autos y despacharlos de acuerdo a la estrategia que cumpla con la política del taller de autos seleccionado; en este mismo módulo, el jugador podrá observar los indicadores que le permiten obtener una retroalimentación del desempeño de su estrategia (ver figura 1c).

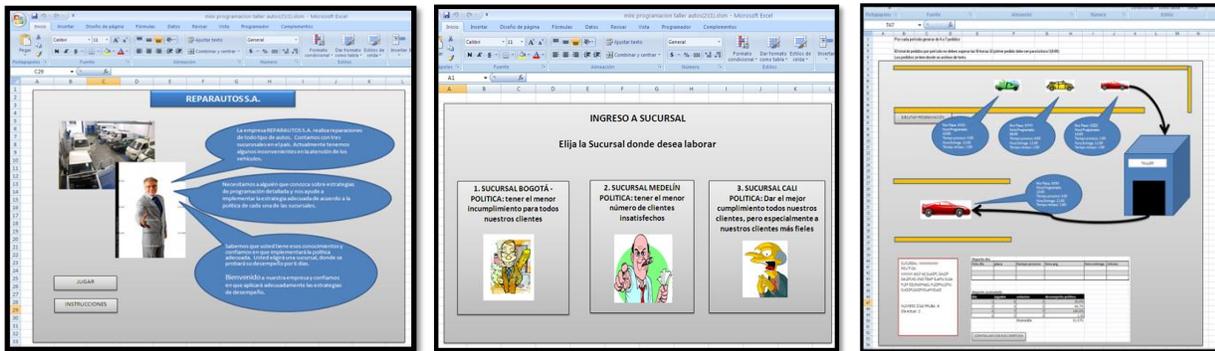


Figura 1: Prototipo a) inicio del juego, b) selección sucursal, c) taller autos

ra 1: Prototipo a) inicio del juego, b) selección sucursal, c) taller autos

## 5. VERSIÓN PRELIMINAR DEL JUEGO SERIO

A continuación se presentan imágenes del videojuego, el cual fue desarrollado con la herramienta Gamemaker 8.0 en su versión gratuita. Gamemaker en una plataforma para el desarrollo de videojuegos.

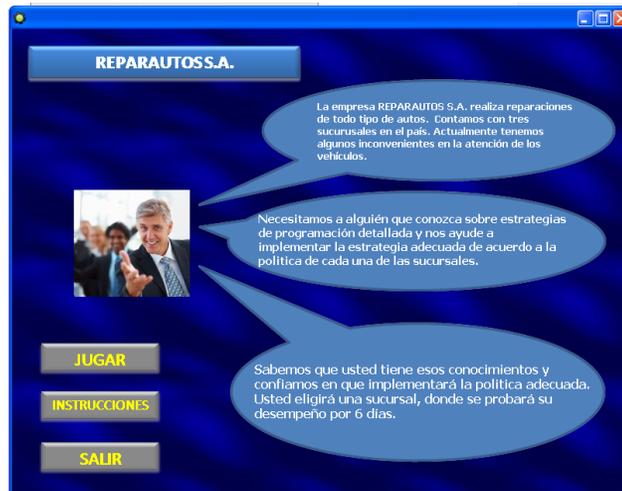


Figura 4: Pantalla inicio juego

El juego inicia con una bienvenida y las opciones para jugar o recibir instrucciones (ver figura 4). Luego que el jugador ha tomado la decisión de jugar, aparece la pantalla de ingreso a sucursal donde deberá elegir la sucursal en la que desea trabajar (ver figura 5).

Una vez seleccionada la sucursal, el jugador es ubicado en el taller de autos, donde deberá programar el orden de despacho de cuatro autos. El jugador puede observar datos del auto como: placa del carro, hora programada, tiempo requerido para reparar el auto, el tiempo de entrega pactado con el cliente y el retraso que se esté generando para entregar el auto reparado. Este retraso influye en la satisfacción del cliente, que inicia sonriente y se va enojando en la medida que haya un mayor retraso. Al finalizar el despacho de los autos programados, se presenta un reporte con indicadores que le permiten al jugador obtener una retroalimentación del desempeño de su estrategia (ver figura 6).



Figura 5: Pantalla

taller

selección sucursal

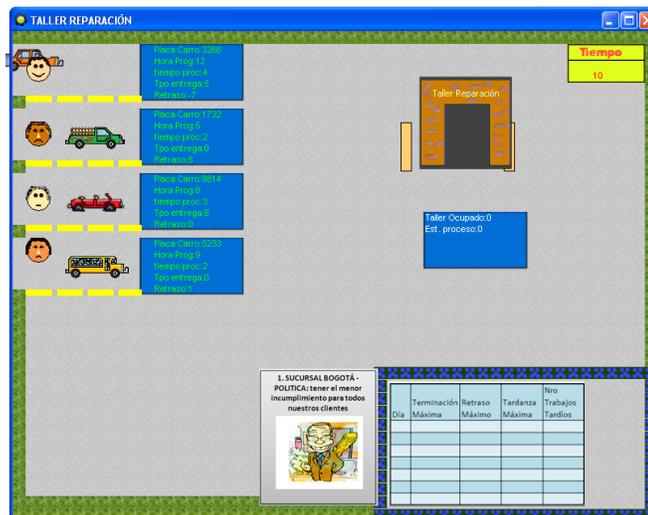


Figura 6: Pantalla taller autos

## 6. RESULTADOS PARCIALES Y CONCLUSIONES

- Para el desarrollo del videojuego se han considerado recomendaciones para el logro de un buen juego serio como: la motivación, los desafíos, una historia cercana a la realidad, indicadores de desempeño.
- La participación de docentes en la construcción de un juego serio es importante. En el desarrollo del videojuego se ha contado con la colaboración de varios profesores. Con ellos se definió los objetivos de aprendizaje, las estrategias de programación de producción a implementar y una situación empresarial que

permitirá al estudiante asociar a una situación similar a la realidad la implementación de estrategias de programación de la producción.

- Para el desarrollo del videojuego se ha elaborado un documento de diseño del juego serio donde se han registrado aspectos de requisitos, diseño, objetivos pedagógicos, prototipos, activos y prototipos.
- El desarrollo de un juego serio requiere de un equipo de trabajo que incluye: docentes, diseñadores, programadores y sonidistas. El desarrollo del videojuego propuesto en este trabajo es realizado en su gran mayoría por una persona, lo que limita el alcance del desarrollo del videojuego. Por esta razón el proyecto debe estar más orientado al diseño del videojuego y al desarrollo de un videojuego básico que sirva de prototipo funcional para, posteriormente, elaborar un videojuego de mayor la calidad.
- Luego de obtener un videojuego con todas las funcionales proyectadas, se realizarán pruebas con los estudiantes, que permitan detectar errores, mejoras y sugerencias que permitan el logro de un videojuego de mayor calidad.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Por sus aportes y colaboración a los profesores Mario Cesar Vélez y Carlos Alberto Castro docentes de la Universidad EAFIT, al semillero de Investigación Videojuegos EAFIT y el semillero de investigación Gestión de Producción y Logística de la universidad EAFIT.

## REFERENCIAS

Alexopoulos, & McGinnis. (2002). The Supply Change Gameo Title. Retrieved from [http://factory.isye.gatech.edu/research/supply\\_chain\\_game.php](http://factory.isye.gatech.edu/research/supply_chain_game.php)

Bergeron, B. (2006). *Developing Serious Games. Journal of Magnetic Resonance Imaging* (Vol. 34, p. 480). Charles River Media, Inc.

Carmona, G., & Montoya, J. S. (2010). Juego Empresarial para la Enseñanza de Inventarios con Demanda Variable Business Game for Teaching and Learning of Inventory Management with Variable Demand, 1-4.

Gunter, G. a., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2007). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 511-537. doi:10.1007/s11423-007-9073-2

Linehan, C., & Kirman, B. (2007). An empirical analysis of “ challenge ” as a motivational factor for educational games.

Lyon, U. D. (2009). Tools and Methods for Efficiently Designing Serious Games. *October*.

Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform. Education* (p. 324). Muska & Lipman/Premier-Trade.

Nadolski, R., Hummel, H., Brink, H. V. D., Hoefakker, R., Sloomaker, A., & Storm, J. (2005). EMERGO : methodology and toolkit for efficient development of serious games in higher education. *Idea*, 1-11.

Responsive Learning Technologies. (1996). Littlefield Technologies.

Salvat, B. G. (2009). Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje, *1*, 251-264.

Sawyer, B., & Smith, P. (2008). Serious games taxonomy. *Slides from the Serious Games Summit at the Game Developers Conference*.

The MIT Forum Supply Chain Innovation. (2009). The MIT Beer Game. Retrieved from <http://beergame.mit.edu/>

Westera, W., Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., & Wopereis, I. G. J. H. (2008). Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(5), 420-432. doi:10.1111/j.1365-2729.2008.00279.x

### ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*