

# Objeto virtual de aprendizaje para la didáctica en la enseñanza de modelos M/M/1: infinito y M/M/s: infinito

## A Virtual Learning Object for Teaching the Models M/M/1: Infinity and M/M/S: Infinity

**Angélica del Carmen Cújar Vertel**

Universidad de Córdoba, Colombia

✉ licadecapri@msn.com

**Diego Armando Soto de la Vega**

Universidad de Córdoba, Colombia

✉ die-soto@hotmail.com

**Juan Ángel Chica Urzola**

Universidad de Córdoba, Colombia

✉ j\_angelchicaurzola@yahoo.es

### ABSTRACT

This project presents a virtual learning object (VLO) to be used as systematic tool and virtual Adobe Flash Player, which allows both the public and exhibitors to see more clearly the subject at hand. The study material is based on queuing theory, and will explore a waiting line M/M/1 and infinite population characteristics, which are then transformed to a type M/M/S with infinite population to keep the system charged and to analyze the behavior of management indicators in each case.

**KEYWORDS:** virtual learning object, simulation, queuing theory.

En los últimos años, las metodologías de enseñanza alternativa han sido un tema muy tratado que ha despertado el interés de diferentes instituciones educativas (universidades y colegios) y de la sociedad en general. La velocidad extraordinaria con que se mueve la información actualmente y la necesidad de respuestas casi inmediatas han ocasionado ciertas evoluciones en nuestro sistema educativo y abierto un apetito por el uso de herramientas más didácticas y tecnológicas que logren motivar y generar interés en un grupo concreto de personas. Tal es el caso de herramientas como los juegos didácticos, los objetos virtuales de aprendizaje (OVA), los escenarios simulados, los estudios de casos, entre otros. En el presente proyecto se hace referencia a la utilización de un OVA en la temática de teoría de colas como parte importante del proceso enseñanza-aprendizaje; así mismo, se valida dicho objeto como apoyo para las clases magistrales.

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en su portal Colombia Aprende, se define un *objeto de aprendizaje* como un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por, al menos, tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación.

Por otro lado, se denominan OVA cuando corresponden a “archivos o unidades digitales de información, dispuestos con la intención de ser utilizados en diferentes propuestas y contextos pedagógicos. Se trata de archivos digitales o elementos con cierto nivel de interactividad e independencia, que podrán ser utilizados o ensamblados, sin modificación previa” (Vega, 2010, s. p).

Para la implementación de OVA como herramientas alternativas dentro del proceso enseñanza-aprendizaje se deben cumplir ciertas especificaciones que mantengan una perspectiva constructivista. Esto implica crear conocimiento a través de modelos conceptuales, cuya proyección encaje dentro de los modelos mentales de los alumnos y los amplíen. También implica tener en cuenta las características del alumno, sus estilos cognitivos, sus necesidades educativas especiales, etc., a fin de adaptar esos entornos y posibilitar que cada cual active las estrategias de aprendizaje más pertinentes para la adquisición del conocimiento y favorezca aquellas dinámicas y actividades colaborativas que constituyan un aprendizaje activo a través del consenso (Del Moral y Cernea, 2005).

El material de estudio del presente OVA es la *teoría de colas*, de la cual analizamos una línea de espera con características M/M/1 y población infinita, que posteriormente se transforma en un modelo del tipo M/M/s con población infinita, a fin de

mantener el sistema encauzado y poder analizar el comportamiento de los indicadores de gestión para cada caso. La teoría de colas es el estudio de técnica para solucionar problemas que se presentan en las situaciones en las cuales se forman turnos de espera o colas para la prestación de un servicio o ejecución de un trabajo (Barbosa y Rojas, 1995).

Es importante resaltar la importancia de la teoría de colas no solo en el contexto donde se desenvuelve un ingeniero industrial, sino en otras profesiones, en las cuales comúnmente es necesario resolver problemas de este tipo, como ingeniería de sistemas, administración de empresas, logística de producción, ingeniería de redes y servicios, elaboración de proyectos y demás. En fin, las colas se presentan en prácticamente todos los sistemas conocidos; en cualquier momento de nuestras vidas hemos sido parte de una cola, en un consultorio médico, en la peluquería, en un lavado de autos, en líneas telefónicas, incluso en internet. He aquí la trascendental importancia de conocer y analizar estos sistemas, con el fin de establecer un balance óptimo entre la capacidad del sistema (servicio) y los costos asociados con esta capacidad.

El OVA alude a situaciones que tienen lugar en una notaría de una ciudad determinada, a través de una videosimulación generada en Flash Player. La presentación está conformada por cuatro segmentos que corresponden a la generación de llegadas bajo una distribución de Poisson y tres días cualquiera del año, los cuales tendrán características particulares.

El primer segmento representa la generación aleatoria de la demanda y la determinación de la tasa de arribo aproximada a una variable bajo una distribución de Poisson. En el OVA se muestra que la cantidad de clientes que llegan por minuto a la notaría es similar a sacar una ficha de dominó de un juego completo y sumar sus valores. Esta afirmación se sustenta a través de una gráfica generada por el programa ProModel (Fig. 1).

El segundo segmento muestra las entradas y las salidas de clientes a la notaría en un sistema encauzado, es decir, en el cual la capacidad de atención por parte del único servidor es mayor a la capacidad de la demanda; por tal motivo no se genera una cola infinita. En este caso el sistema estará dado por un modelo M/M/1: infinito (Fig. 2).

En el tercer segmento, la tasa de llegada de clientes a la notaría se duplica, debido a ciertos factores externos; en conse-

cuencia, el sistema se desborda, es decir, ahora la capacidad de atención del único servidor es menor a la capacidad de la demanda, con lo que se observa en el sistema que la cola tiende a ser infinita. En otras palabras, el cliente demora mucho más en ser atendido. La tasa de arribo duplicada también se aproxima a una variable bajo una distribución de Poisson, equivalente a sacar dos fichas de dominó de un mismo juego, con reemplazo y sumar sus valores (esta afirmación se comprueba utilizando una gráfica generada en ProModel) (Fig. 3).

Para el último caso, el administrador de la notaría toma la decisión entre capacitar aún más a su servidor o contratar más personal. Cada decisión incurre en un costo que se mostrará al público, junto con los indicadores de gestión en cada fase de la presentación, por medio de Flash Player. El administrador opta por tomar la decisión que le implique menos costos asociados; por ello contrata a un servidor más para el tercer día (Tabla 1). En el problema propuesto, el salario pagado a un servidor es de \$2.500/hora y el costo por la espera del clientes asume un valor de \$1.000/hora.

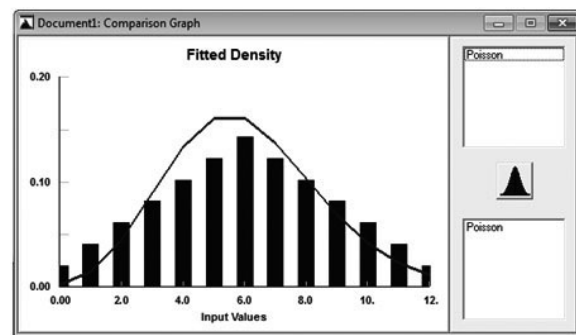


Figura 1. Ajuste de bondad



Figura 2. Escenario 1. Modelo M/M/1, sistema estable / Figura 3. Escenario 2. Modelo M/M/1, sistema desbordado

N° de S	Tasa de arribos	Uso del sistema	Clientes ave. sist.	Tiempo ave. sist.	Costo operar	Costo ocio	Costo espera	Costo total
1	12	Sistema desbordado						
2	12	0,75	3,42	0,285 min	62,5	20,8	32,14	115,47
3	12	0,50	1,73	0,144 min	62,5	62,5	3,947	128,94
4	12	0,30	1,54	0,128 min	62,5	104,16	0,745	167,41

Tabla 1. Análisis de sensibilidad para determinar el menor costo



Figura 4. Escenario 3. Modelo M/M/s

En este caso, el sistema ya se encuentra transformado en un modelo M/M/s: infinito, es decir, de múltiples servidores. La capacidad de atención de los dos servidores es mayor a la capacidad de la demanda (Fig. 4); por tal motivo, el sistema se encausa nuevamente y no se genera una cola infinita. El OVA contiene un análisis de los indicadores de gestión para cada escenario, a fin de comparar los costos asociados con ellos y el comportamiento general del sistema. Para ejemplificar un poco más se muestran los indicadores del tercer escenario (Tabla 2).

Parámetros	M/M/s
Tasa de arribo $\lambda$ (clientes/min)	12
Tasa de servicio $\mu$ (clientes/min)	16
Porcentaje de uso del sistema	75%
N° promedio de clientes en sistema	3,42
N° promedio de personas en cola	1,92
Tiempo promedio en el sistema (min)	0,2857
Tiempo promedio en cola (min)	0,1607
Probabilidad de sistema vacío	14,24%
Probabilidad de sistema ocupado	64,28%
Costo total pagado \$/min (operación)	62,5
Costo por tiempo ocioso \$/min	20,83
Costo total por espera al cliente \$/min	32,14
Costo total	\$115,47

Tabla 2. Indicadores de gestión para el tercer escenario

Luego de la realización del OVA es importante la etapa de validación para confirmar que la herramienta realmente está transfiriendo los conocimientos deseados a los usuarios. Existen muchos métodos de validación, desde procedimientos estadísticos que requieren pruebas de hipótesis y comparaciones de medias de un conjunto de resultados evaluados hasta procedimientos más sencillos, pero de igual confiabilidad y validez estadística. Para este caso, el método más adecuado para el OVA es el *Learning Object Review Instrument* (LORI), que es una herramienta que permite evaluar los objetos de aprendizaje en función de nueve variables:

1. *Calidad de los contenidos*: veracidad, exactitud, presentación equilibrada de ideas y nivel adecuado de detalle.
2. *Adecuación de los objetivos de aprendizaje*: coherencia entre los objetivos, actividades, evaluaciones y el perfil del alumnado.
3. *Retroalimentación y adaptabilidad*: contenido adaptativo o retroalimentación dirigida en función de la respuesta de cada alumno y su estilo de aprendizaje.
4. *Motivación*: capacidad de motivar y generar interés en un grupo concreto de alumnos.
5. *Diseño y presentación*: el diseño de la información audiovisual favorece el adecuado procesamiento de la información.
6. *Usabilidad*: facilidad de navegación, interfaz predictiva para el usuario y calidad de los recursos de ayuda de la interfaz.
7. *Accesibilidad*: el diseño de los controles y la presentación de la información está adaptada para discapacitados y dispositivos móviles.
8. *Reusabilidad*: capacidad para usarse en distintos escenarios de aprendizaje y con alumnos de distintos bagajes.
9. *Cumplimiento de estándares*: adecuación a los estándares y especificaciones internacionales.

Este instrumento solía usarse haciendo referencia a una validación empírica; sin embargo, fue validado por medio de un experimento científico de evaluación preprueba y posprueba en una muestra de diferentes expertos, diseñadores y usuarios de objetos de aprendizaje en diferentes áreas. Esta validación se realizó en la Universidad de Bogazici en Estambul, Turquía (Akpinar, 2008).

Es importante resaltar que el presente proyecto se encuentra en curso. Actualmente, se está realizando la etapa de validación, por medio de la herramienta LORI. Fue enviada una copia del OVA y el formato de evaluación del LORI a un conjunto de expertos. Después de esto se conocerá si realmente se están transfiriendo las ideas deseadas a los espectadores.

## Conclusiones

Con este OVA se pretende mostrar cómo transmitir nuevos conocimientos a un público de una manera más rápida y clara, a través de herramientas virtuales de fácil manejo y variadas aplicaciones, como lo es la macromedia Flash Player. Además de esto, se busca promover los OVA como respaldo a las clases magistrales llevadas a cabo en todos los cursos de nuestra profesión y de las profesiones en general.

## Agradecimientos

Es importante resaltar los aportes y el apoyo del ingeniero Juan Ángel Chica, en la ejecución del proyecto; así como la tarea del creador del Flash, Carlos Antonio Vega.

## Referencias

Akpinar, Y. (2008). Validation of a learning object review instrument: relationship between ratings of learning objects and actual learning outcomes, interdisciplinary. *Journal of E-Learning and Learning Objects*, 4, 291-302.

Barbosa, R. y Rojas, A. (1995). Teoría de colas de espera: modelo integral de aplicación para la toma de decisiones. *Revista Ingeniería & Desarrollo*, 1, 73-78.

Del Moral, M. y Cernea, D. (2005). *Diseñando objetos de aprendizaje como facilitadores de la construcción del conocimiento*. Documento procedente de las Actas del II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables, SPDECE'05. Recuperado de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99393.html>.

Vega, C. (2010). *Diseño y validación de un objeto virtual de aprendizaje que permita el aprendizaje de heurísticas y metaheurísticas*. Trabajo de grado no publicado, Universidad de Córdoba, Colombia.