

Metodología para la Evaluación de un Servicio de Tele-educación Multimedia

Xabiel G. Pañeda, Ángel Neira, David Melendi, Roberto García, Víctor G. García

Departamento de Informática, Universidad de Oviedo, Campus Universitario 33204 Xixón

Telf: +34 985182477 – Fax: +34 985181986

{xabiel, neira, melendi, roberto, victor}@uniovi.es

Resumen: Este artículo presenta una metodología para la evaluación de un servicio de tele-educación a través de Internet, cuyos contenidos se ofrecen al usuario en formato audio/vídeo. A pesar de que existen diversos sistemas para hacer llegar este tipo de información a los usuarios, la tecnología de streaming resulta muy interesante, ya que permite transmitir a los usuarios la información que van solicitando en tiempo real. Esta característica hace posible evaluar el éxito de un determinado contenido, e incluso el perfil de un alumno a través de la cantidad de audio/vídeo transmitido, de las interacciones del usuario, y del orden de selección de los contenidos. La metodología agrupa a diversos procesos, métricas y tests para la evaluación del servicio.

Palabras Clave: Metodología, Tele-educación, Vídeo bajo demanda, Streaming, Evaluación.

Abstract: This paper presents a methodology for the success evaluation of distance-learning services in The Internet, where the contents are in audio/video format. In spite of there are several technologies to deliver the information to the user, streaming technology is very interesting because the information can be reproduced at the same time is delivered. This characteristic permits to evaluate the success of the contents and the user profile, analyzing the delivered information, the user interaction and the order in the content selection. The methodology groups several processes, metrics and tests for the service evaluation.

Key words: Methodology, Distance-learning, Video-on-demand, Streaming, Testing.

1. Introducción

La aparición a finales de los ochenta del World Wide Web permitió el despegue de la tele-educación a través de Internet. Con el desarrollo en los últimos años de las tecnologías multimedia, este tipo de servicios ha recibido un nuevo impulso que los ha hecho más didácticos y atractivos a los estudiantes. Sin duda, la incorporación del audio/vídeo a la tele-educación en Internet hace que el alumno aumente su atención y mejora el proceso de comprensión de los contenidos.

Dentro de las diversas tecnologías que es posible utilizar para hacer llegar los contenidos en audio/vídeo al usuario, se encuentra la de *streaming*. Esta tecnología se caracteriza porque la información se envía al usuario de forma fraccionada y

temporizada, permitiendo la reproducción de los contenidos durante la descarga de los mismos. Esta característica convierte al *streaming* en una tecnología ideal para el despliegue de servicios de tele-educación [1,2]. La interacción que los usuarios mantienen con el servidor de origen de los contenidos hace posible trazar las sesiones de los mismos, pudiendo llevar un registro de los eventos producidos. Combinando esta información con meta-información de los contenidos y datos personales de los estudiantes, puede realizarse una evaluación detallada del funcionamiento del servicio. Así, sería posible analizar los contenidos ofertados o hacer un estudio sobre el perfil de los estudiantes.

En este artículo se presenta una metodología para la evaluación de sistemas de tele-educación que ofertan los contenidos en formato audio/vídeo utilizando la

tecnología de *streaming*. Principalmente, esta metodología está orientada al trabajo con servicios desarrollados por instituciones académicas, editoriales o medios de comunicación que ofertan formación a distancia (masters, cursos de formación continua, asesoramiento técnico, etc.). En ella, se determinarán elementos como la definición de objetivos, el proceso de análisis, las métricas para la evaluación de los resultados, la configuración, etc. Su objetivo es ser un instrumento de ayuda al docente a la hora de determinar la calidad de sus cursos y de hacer el seguimiento de sus alumnos, y un elemento de referencia a la hora de desarrollar herramientas para la implementación de sistemas de tele-educación.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se hará un recorrido por otros trabajos relacionados con el tema y se presenta la metodología diseñada. En el apartado 3 se realiza una clasificación de los servicios que se pueden evaluar con la metodología. Los datos de entrada necesarios se presentan en la sección 4. En la sección 5 se definirá el proceso de aplicación de la metodología. La sección 6 hablará sobre la definición de los objetivos a alcanzar. La sección 7 presenta las métricas desarrolladas para llevar a cabo del proceso de análisis. La sección 8 se centrará en comentar este proceso de análisis. En la sección 9, se especificarán los procesos de compilación de resultados y obtención de conclusiones y en la 10 la tarea de asesoramiento al alumno. En la sección 11 se comentará la tarea de configuración para la entidad docente. Por último, las conclusiones serán expuestas en la sección 12.

2. Trabajos Relacionados

La naturaleza heterogénea de los sistemas de enseñanza por computador ha llevado a las organizaciones internacionales a encarar la necesidad de una cierta estandarización. Los estándares y las recomendaciones en las tecnologías de la enseñanza intentan proporcionar un marco común que permita la reusabilidad y la interoperatividad entre los generadores y los clientes de material de enseñanza basado en el computador. La ISO ha nombrado un comité para trabajar en dicha estandarización y el IEEE trabaja también en él [3]. Sin embargo, en el aspecto concreto de la incorporación de los recursos

multimedia son muy pocos los trabajos que se están realizando en esta dirección. Con este artículo se pretenden realizar algunas aportaciones que permitan integrar de una manera eficiente los vídeos pregrabados en un entorno global de tele-enseñanza.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la medición del éxito de los sistemas de tele-enseñanza, también considerado en el presente trabajo, es la verificación, como un objetivo más, de la adquisición del conocimiento por parte del estudiante. Son abundantes los trabajos desarrollados en este campo, pero pocos los sistemas comerciales que consideren realmente estos aspectos. Quizás el campo donde existe un mayor desarrollo, es en el terreno de los tests adaptativos informatizados [4], donde existe un sistema comercial ya implementado y de éxito que integra tanto recursos multimedia como evaluación adaptativa. Bajo del nombre de *Hezinet*, éste es un sistema específico para la enseñanza del *euskara* [5] cuyo desarrollo ha dado lugar a una plataforma comercial que ya ha sido implantada en una veintena de centros de aprendizaje de esta lengua (*euskaltegis*) del País Vasco, diez en Argentina y cuatro en Uruguay.

Por otra parte, la metodología presentada en este artículo es una adaptación de la presentada como tesis doctoral para servicios de vídeo bajo demanda en servicios de medios de comunicación con información variada [6]. Esta metodología estaba conformada por dos partes diferenciadas: una para el análisis y la configuración de los recursos, y otra para el análisis y la configuración de los contenidos. Puesto que en esta adaptación la problemática de los recursos será la misma que en el caso de los servicios comerciales [7], este artículo pasará por alto estos aspectos, centrándose en los elementos que ha sido necesario redefinir para ajustarse al nuevo objetivo de evaluar servicios educacionales.

3. Clasificación de los Servicios

Los servicios orientados a la educación a distancia se utilizan con fines muy diversos y a través de procesos de aprendizaje variados. Desde sistemas para aprender a cocinar compuestos por un número de recetas donde el usuario selecciona el plato que quiere aprender a realizar, hasta másters de gestión de bolsa en los que el usuario avanza por unidades

temáticas que debe superar mediante la realización de una serie de pruebas. Por ello, y para llevar a cabo el proceso de análisis y configuración, esta metodología clasifica los servicios en dos tipos principales:

- **Servicios guiados-evaluados:** se corresponden con aquellos cursos guiados en los que el usuario avanza a través de unidades didácticas después de una evaluación de los conocimientos adquiridos. El usuario no tendrá opción de escoger los contenidos que desea reproducir, ya que todos serán necesarios para superar la materia. Los cursos tendrán un único sentido de avance de unidad en unidad, aunque cada una de ellas podrá tener varios contenidos en audio/vídeo. No estará permitido retroceder una vez superada una unidad y en caso de no ser superada la prueba de conocimiento, la unidad deberá ser repetida.
- **Servicios libres:** son servicios que ofertan elementos didácticos independientes, donde el usuario puede seleccionar qué es lo que más le interesa. No existen unidades didácticas como tales y no se realizan evaluaciones sobre los conocimientos adquiridos.

La metodología diferencia estos dos tipos de servicios teniendo en cuenta que tanto los objetivos a alcanzar con la evaluación como la forma de interpretar los resultados, serán diferentes en cada uno de los casos.

4. Datos de Entrada

Uno de los elementos fundamentales a la hora de llevar a cabo un proceso de análisis es definir qué datos de entrada son necesarios para conformarlo. Esta metodología clasifica los datos en cinco grupos según el elemento al que hacen referencia: datos sobre las reproducciones, datos sobre los usuarios, datos sobre los contenidos, datos sobre las comunicaciones y datos sobre los dispositivos. Tal y como se había comentado con anterioridad, solamente se considerarán datos de interés docente, por estar la información de consumo de recursos fuera del ámbito cubierto por este trabajo.

4.1. Datos sobre las reproducciones

Los datos de entrada relativos a las reproducciones del usuario sobre los contenidos del servicio son los siguientes:

- **Estampa de tiempo:** instante en el que se inicia la reproducción.
- **Tiempo de audio/vídeo transmitido:** cantidad de audio/vídeo transmitida al usuario.
- **Dirección de destino:** dirección IP del usuario de destino.
- **Identificador del usuario:** identificador único del programa utilizado por el usuario para realizar la reproducción del contenido.
- **Interacciones del usuario:** posición dentro del espacio temporal de la reproducción y del audio/vídeo y tipo de las interacciones realizadas por el usuario durante la reproducción del contenido.

4.2. Datos sobre los contenidos

Los datos de entrada relativos a los contenidos ofertados en el servicio son los siguientes:

- **Título:** título descriptivo del audio/vídeo.
- **Tema:** grupo temático principal en el que se enmarca el audio/vídeo.
- **Duración:** duración del audio/vídeo.
- **Palabras clave:** palabras que permiten de forma resumida definir el contenido del audio/vídeo.
- **Autor:** autor del audio/vídeo.
- **Enfoque:** perspectiva con la que se genera al audio/vídeo. Por ejemplo: clase magistral, demostración práctica, definición teórica, etc.

4.3. Datos sobre los usuarios

En este grupo de datos se enmarcan fundamentalmente datos de dos tipos:

- **De carácter personal** que ayuden a establecer un patrón del estudiante, como: edad, profesión, nivel de estudios, etc.
- En los servicios guiados-evaluados, datos sobre los **resultados obtenidos en las pruebas** realizadas por el alumno.

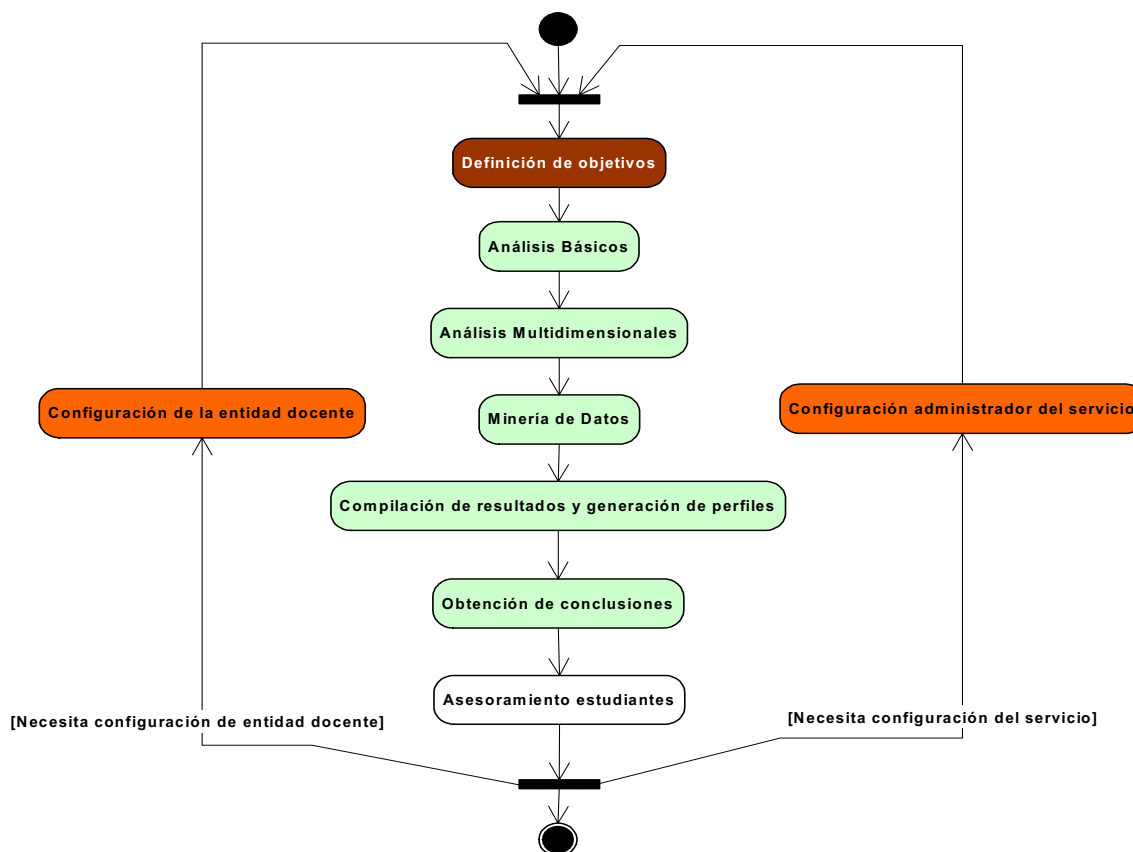


Figura 1 Proceso de aplicación

5. Proceso de Aplicación

La forma de aplicación de la metodología, como se muestra en la figura 1, es a través de un proceso circular formado por 3 grandes bloques: definición de objetivos, análisis y configuración del servicio.

El proceso comienza con la definición de los objetivos a alcanzar. En ellos, se determinarán los valores de parámetros como, duración de las reproducciones, cantidad de reproducciones por alumno, número de alumnos, etc. que se pretenden alcanzar con la aplicación de esta metodología.

Una vez los objetivos han sido definidos, comienza la etapa de análisis. Esta etapa está dividida en tres fases. Una primera donde se realizarán análisis básicos de la evolución del servicio. Estará compuesta por análisis cuyos tests tienen como entrada una única variable, proporcionando

resultados de tipo general. La segunda fase estará formada por análisis multidimensionales caracterizados por tener más de una variable de entrada. Proporcionarán resultados más precisos. La siguiente fase del análisis es la minería de datos donde se intentan obtener conocimientos más elaborados que en las fases anteriores, caracterizadas por proporcionar resultados directos. Una vez finalizado el análisis, se procederá a coordinar los resultados en la fase de compilación de resultados. A partir de estos datos se procederá a la obtención de conclusiones. En el caso de que los servicios sean de tipo guiados-evaluados, se realizará una fase denominada de asesoramiento al usuario. En esta fase se establecerá si los usuarios del servicio están realizando las actividades del curso de forma correcta, si son subsanables los problemas que se pueden estar encontrando, etc., para que el profesor pueda orientar a los alumnos en sus tutorías.

Cuando las conclusiones obtenidas indiquen que los objetivos iniciales no han sido alcanzados, el proceso continuará con las tareas de configuración. En otro caso, el proceso finalizará pudiéndose iniciar otro con nuevos objetivos.

La tarea de configuración de la entidad docente se encargará de establecer los parámetros de configuración para los nuevos contenidos que se deban introducir en el sistema y las modificaciones necesarias para mejorar los contenidos existentes.

Una vez finalizada la configuración, el proceso de aplicación de la metodología vuelve a iniciarse con el refinamiento de los objetivos. Los objetivos fijados inicialmente y no alcanzados pueden variarse a la vista de los resultados del análisis realizado en la iteración anterior.

6. Definición de Objetivos

En esta etapa de aplicación de la metodología deben definirse los valores que se pretenden alcanzar como resultado de la aplicación de la misma al servicio. Los objetivos a determinar pueden variar dependiendo del tipo de servicio con el que se esté trabajando. En el caso de los servicios libres se fijarán valores para alguno de los siguientes parámetros:

- **Número de reproducciones:** alcanzar un número alto de reproducciones sobre los contenidos indicará que estos despiertan interés en los usuarios.
- **Número de usuarios diferentes en el servicio:** alcanzar un número de usuarios amplio indicará que el servicio atrae a los usuarios.
- **Valor del usuario:** conseguir usuarios de alto valor será un elemento de evaluación favorable para el servicio. Utilizando las métricas de valor de usuario 1 y 2, que se presentarán en el apartado siguiente, será posible determinar el tipo de usuarios que acceden al servicio.
- **Duración de las reproducciones:** cuando un usuario reproduce el audio/vídeo hasta llegar al 100% denota que el contenido del mismo le ha resultado interesante. En servicios donde el acceso es libre y los usuarios no tienen ninguna obligación de reproducir el contenido para

superar la materia, este parámetro puede ser un reflejo de la calidad del contenido.

Cuando los servicios sean de tipo guiado-evaluado deberán fijarse valores para alguno de los siguientes parámetros:

- **Valor del usuario:** utilizando el valor medio de la métrica de usuario 3 -presentada en el siguiente apartado- calculada para todos los usuarios, se evaluará la evolución del servicio.
- **Número de alumnos que abandonan:** conseguir un número bajo de alumnos que abandonan los cursos sin finalizarlos es un elemento que puede determinar la calidad del curso.
- **Número de alumnos que acaban:** al contrario que el número de usuarios que abandonan, conseguir un alto número de alumnos que finalizan los cursos con éxito es un buen indicador.
- **Tiempo medio para la finalización:** conseguir que el tiempo de finalización del curso por el alumno sea ajustado a la duración teórica establecida por el profesor es un indicador de buena calidad.

7. Métricas de Análisis

Uno de los elementos menos estudiados y más importantes de los servicios que proveen información de tipo continuo son las métricas que evalúan la evolución del servicio. En la actualidad la mayoría de los sistemas de análisis continúan utilizando métricas heredadas de los sistemas Web, como el número de visitas, si bien, en los sistemas más desarrollados ha empezado a tenerse en cuenta el porcentaje de audio/vídeo transmitido. El desarrollo de métricas que proporcionen información detallada y clara puede facilitar, en el caso de los sistemas educacionales, el determinar cómo el usuario ha percibido el contenido y de una forma aproximada tener una idea de su impresión ante el mismo. Por ello, la metodología que se ha diseñado está acompañada de un conjunto de métricas que permiten evaluar diferentes parámetros del funcionamiento del servicio.

7.1. Índice del interés despertado

Como métrica para evaluar el interés suscitado por los contenidos se utilizará el número de visitas realizadas. En el momento de realizar el acceso, el

usuario demuestra que el audio/vídeo despertó su interés, lo cual no quiere decir que por otras circunstancias (mala calidad, fallos en la reproducción, decepción del contenido) no llegue a visualizarlo o lo haga sólo ligeramente. Esta métrica genera valores entre 0 y ∞ .

7.2. Índice del éxito

Esta métrica contabiliza la cantidad de información servida, medida en unidades de tiempo. Es decir, la cantidad de tiempo de audio/vídeo transmitido a los clientes. Es ideal para evaluar el éxito real del servicio puesto que hace hincapié en el carácter continuo de la información, midiendo la cantidad transmitida. Genera valores entre 0 y ∞ .

7.3. Porcentaje visualizado

Esta métrica calcula la media del tiempo de audio/vídeo reproducido en el total de las peticiones registradas.

$$\%visualizado = \frac{\sum_{reproducciones} tiempoTransmitido}{tiempoProducido}$$

El porcentaje visualizado dará una idea de cómo ha sido la acogida del audio/vídeo realmente. Si el porcentaje es bajo la acogida será mala, y si es alto será buena.

7.4. Índice del impacto

Para tratar de facilitar el análisis de la evolución del servicio se ha diseñado una métrica que, a modo de resumen, muestre el impacto que el mismo ha tenido sobre los usuarios. Esta métrica no sustituye a otras definidas previamente, sino que intenta ser una combinación de las mismas. Su fórmula es la siguiente:

$$impacto = \%visualizado \cdot usuariosDiferentes$$

El impacto trata de establecer la acogida del audio/vídeo en función del porcentaje de audio/vídeo visualizado (sin contar las peticiones erróneas, es decir con 0 segundos de audio/vídeo transmitido) y el número de usuarios diferentes que lo han reproducido. Esta métrica establece un ranking y una evolución mucho más fiable que la del número de accesos, ya que eliminará situaciones como aquellas

en las que un número muy reducido de usuarios reproduce innumerables veces un audio/vídeo, o aquellas en las que se producen muchas reproducciones con cero segundos transmitidos, en las que los usuarios no han llegado a ver nada.

7.5. Valor usuario 1

El cálculo del valor del usuario es una métrica de vital importancia para el análisis de los usuarios de un servicio. Este elemento se destaca ampliamente en todo tipo de textos relacionados con *e-business* y servicios de Internet [8]. En los servicios Web, este cálculo se realiza a través del número de páginas vistas (por ejemplo en los servicios de noticias). En los servicios de comercio electrónico, se suele calcular a través del valor de los productos adquiridos, si bien los expertos no se ponen de acuerdo si el comprar muchos productos, aunque sean de pequeño valor, debe otorgar al usuario un valor alto. Para calcular el valor de los usuarios esta metodología define dos métricas diferentes.

La primera de ellas, analiza el valor del usuario a través del tiempo de audio/vídeo que ha reproducido. La expresión para el cálculo de la métrica es la siguiente:

$$valorDelUsuario1 = \sum duracionDeReproduccion$$

Cuando el valor de un usuario se calcula con esta métrica, se está dando más importancia al tiempo de audio/vídeo que ha reproducido sobre el número de audio/vídeos a los que ha accedido. Los valores generados oscilan entre el 0 y el ∞ .

7.6. Valor usuario 2

Al contrario de lo que sucedía con la métrica anterior, también es posible valorar más el acceso de un usuario a múltiples audio/vídeos que el tiempo de audio/vídeo que ha reproducido. En esta nueva métrica, el valor de usuario se calcula a través del número de audio/vídeos que ha reproducido, ponderado por el porcentaje que ha visualizado en cada uno de ellos. Su expresión es la siguiente:

$$valorDelUsuario2 = \sum_{reproduccion} \%visualizado$$

Utilizando esta métrica, reproducir un alto porcentaje de pequeños audio/vídeos dará más valor al usuario que reproducir durante un largo tiempo un audio/vídeo muy largo, al contrario de lo que sucedía con la métrica anterior. Los valores generados oscilan entre el 0 y el ∞ .

7.7. Valor usuario 3

Para los servicios guiados-evaluados, puede resultar de mucho interés definir una métrica para valorar los usuarios que tenga en cuenta los resultados obtenidos con los tests que se utilizan para evaluar los conocimientos de los alumnos. Su fórmula será la siguiente:

$$\text{valorDelUsuario3} = \frac{\sum_{\text{test}} \text{Puntuación} \cdot \text{Duración del curso}}{\text{número de test} \cdot \text{Tiempo Empleado}}$$

El valor de usuario 3 se calculará ponderando la puntuación media de los test con la desviación entre la duración del curso y el tiempo empleado por el alumno para finalizarlo.

8. Proceso de Análisis

8.1. Análisis básicos

Los análisis básicos son aquellos que trabajan sobre una única variable de entrada, y son por ello los que aportan información de tipo general sin entrar en detalle. Estos análisis se han dividido en tres grupos: uno relativo a las reproducciones, uno relativo a los contenidos y otro relativo a los usuarios.

8.1.1. Test de evolución del interés despertado

Este test analiza la evolución temporal de la métrica que calcula el interés despertado en los usuarios por el servicio. Indica qué interés están despertando uno o varios contenidos en los usuarios, antes del inicio de las reproducciones. Su principal utilidad es la de analizar si los temas en los que se generan audio/vídeos atraen al público.

8.1.2. Test de evolución del éxito del servicio

Este test analiza la evolución de la métrica que calcula el éxito del servicio presentada en el apartado anterior. La evolución del éxito es un indicador sencillo, que muestra de forma clara cuánto han reproducido los usuarios los contenidos del servicio. Este test resulta básico a la hora de analizar si se está consiguiendo una evolución positiva o negativa del servicio en general o de un conjunto de contenidos.

8.1.3. Test de evolución del porcentaje reproducido

Este test evalúa cómo evoluciona el porcentaje de audio/vídeo que los usuarios reproducen. A través del mismo, puede obtenerse una idea rápida de si el esfuerzo en producción de material merece la pena, teniendo en cuenta el porcentaje que reproducen los usuarios.

8.1.4. Test de adecuación de la duración

Este test pretende analizar si la duración elegida para un audio/vídeo es la adecuada. Es difícil detectar si el audio/vídeo se ha quedado corto, es decir, si el usuario esperaba más información de la que se le ha proporcionado. Es más sencillo detectar si la duración ha sido excesivamente larga. Comparando la duración del audio/vídeo, con el tiempo que el usuario lo ha estado reproduciendo, será posible analizar esta situación. En caso de observar que los usuarios nunca suelen llegar al final, se puede concluir que la duración es excesivamente larga.

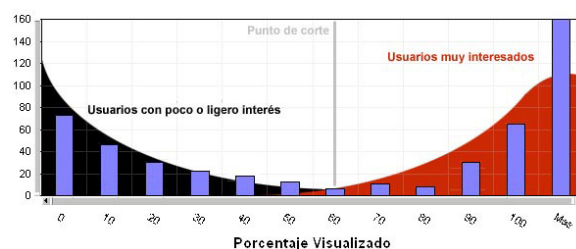


Figura 2 Adecuación de la duración

En la figura 2 se muestra un histograma del tiempo de audio/vídeo reproducido por los usuarios. Este histograma está formado por 2 distribuciones: una primera correspondiente a los usuarios que tienen poco interés o pierden el que tienen rápidamente, y

una segunda correspondiente a los que tienen mucho interés. El interés puede perderse por varios factores, como la baja calidad percibida, la decepción causada por los contenidos o una excesiva duración. En el caso de una duración excesiva se observará en el histograma una mayor importancia de la primera distribución frente a la segunda (pocos usuarios que llegan a reproducir el audio/vídeo hasta el final). La primera distribución decrecerá con una pendiente suave (pérdida paulatina de interés).

Este test concreta los resultados del test anterior, permitiendo observar los resultados para un determinado audio/vídeo a lo largo de toda su vida productiva.

8.1.5. Evolución del número de usuarios

Este test presenta la evolución del número de usuarios que reproducen uno o varios contenidos en un determinado periodo de tiempo. Su utilidad se centra en analizar a qué cantidad de público están llegando uno o varios contenidos.

8.1.6. Test de evolución de los usuarios nuevos

Este test analiza la evolución de usuarios que se incorporan al servicio con un nuevo conjunto de contenidos (ej. Sección de Cocina) en un periodo. Su utilidad se centra en evaluar la captación de nuevo público. Generalmente, el incorporar usuarios se debe a dos factores: interés despertado por los contenidos y publicidad que se da al servicio. A pesar de que el factor de la publicidad no forma parte de los elementos sobre los que trabaja esta metodología, es conveniente evaluar su impacto para informar al proveedor de contenidos sobre sus resultados.

8.1.7. Test de evolución del rendimiento

Este test presenta cómo evoluciona la métrica que calcula el rendimiento del servicio. Su principal utilidad es la de analizar cómo el público acepta los contenidos, ponderándolo a través de la duración de las reproducciones. Puesto que la cantidad de material producido en un periodo de tiempo puede hacer variar de forma muy importante el éxito del servicio, se intenta normalizar esta variable. Por ejemplo, si en un periodo se han producido 10 segundos de contenidos y el tiempo reproducido ha sido de 80, y

en otro periodo la cantidad de material producido ha sido de 100 y el tiempo reproducido ha sido de 500. A través de este test puede observarse que los contenidos generados en el primer periodo (8) han sido más exitosos que los del segundo (5).

8.1.8. Test de evolución del impacto de la información

Este test analiza la evolución de la métrica de impacto. Su utilidad se centra en generar una representación que indique cómo los usuarios han acogido de la forma más fiable posible uno o varios contenidos. Actúa como resumen de todos los tests de evolución anteriores.

8.1.9. Test de durabilidad de la información

Se trata de averiguar durante cuánto tiempo los usuarios acceden a los contenidos. Este parámetro es muy importante para retirar contenidos que han dejado de tener interés o mantenerlos accesibles mediante hemerotecas. Para analizar este parámetro se utilizará la métrica del interés despertado, de forma que se calcula el periodo transcurrido entre el primer y el último acceso. Las conclusiones podrán ser utilizadas para predecir la durabilidad de otros contenidos similares en el futuro.

8.1.10. Test de popularidad

Este test trata de comparar la distribución de los accesos a los contenidos del servicio con la ley de Zipf generalizada [9, 10], en la que se utilizan diferentes valores para el parámetro θ . La ley de Zipf se define con la siguiente fórmula:

$$P(i) = \frac{C}{i^\theta}, \quad C = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{i^\theta}},$$

donde $0 \leq \theta \leq 1$ y n es el número de audio/vídeos.

Sus resultados indicarán si unos pocos audio/vídeos capitalizan la mayor parte de los accesos, o si por el contrario los audio/vídeos tienen un número de accesos parecido. La figura 3 muestra un ejemplo de representación gráfica generada mediante este test.

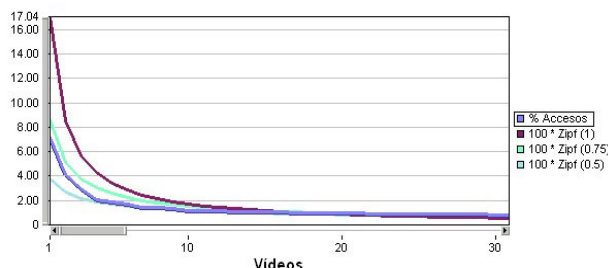


Figura 3 Gráfico de popularidad de los contenidos

Su utilidad se centra en reconocer qué temáticas centran la atención de los usuarios.

8.1.11. Test para el análisis de fidelidad

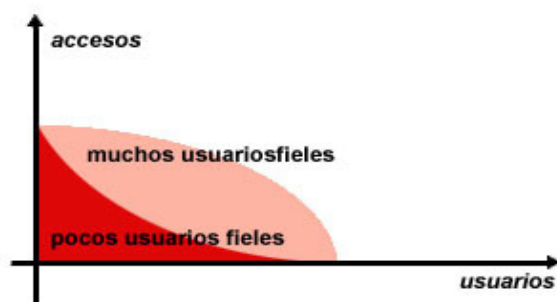


Figura 4 Gráfico para el análisis de la fidelidad

Este test trata de comprobar la fidelidad de los usuarios del servicio a través del número de usuarios distintos y del número de reproducciones que ha realizado cada uno. Con ello se pretende saber si los usuarios son fieles (acceden habitualmente) o si por el contrario reproducen un audio/vídeo y no vuelven a utilizar el servicio. Mediante la ordenación de los usuarios por número de accesos, se obtendrá una curva que será cóncava o convexa en función del tipo de usuarios del servicio. En la figura 4 pueden verse las dos curvas contrapuestas. Este test suele aplicarse a grupos de contenidos, puesto que aplicarlo a un único audio/vídeo no tiene demasiado interés a no ser que forme parte de un servicio de tipo guiado-evaluado. Es en este tipo de servicios en los que los usuarios podrán visualizar de forma repetida los mismos contenidos.

8.2. Análisis multidimensionales

Los análisis multidimensionales son aquellos que trabajan simultáneamente con dos o más variables, pudiendo ser éstas tanto resultados de análisis básicos, como variables de entrada. La metodología define múltiples test como los que evalúan la tasa de transferencia de usuarios entre diferentes temáticas, los que analizan la evolución de los usuarios en los diferentes cursos (sistemas guiados-evaluados) a través del número de reproducciones en los diferentes vídeos (indicando cuáles presentan más dificultad de comprensión), la duración de las unidades temáticas, la transferencia de usuarios entre cursos, o simplemente el comportamiento de los usuarios por rangos de edades.

8.2.1. Temática vs interés

Este test analiza el interés de los contenidos clasificados por sus temáticas. Con los resultados se pueden generar valores medios y desviaciones. Su utilidad se centra en analizar qué temática provoca más interés en los usuarios.

8.2.2. Temática vs éxito

Este test analiza el éxito de los contenidos clasificados por sus temáticas. Con los resultados se pueden generar valores medios y desviaciones. Su utilidad se centra en analizar qué temática genera más éxito al servicio.

8.2.3. Temática vs temática

Este test trata de analizar la transferencia de usuarios entre las diferentes temáticas, es decir, evaluar si los usuarios que reproducen un tipo de contenidos también reproducen otros tipos. Para ello, se realiza un cruce de los usuarios que reproducen audio/vídeos de cada una de las diferentes temáticas.

En la figura 5 puede observarse una representación para este test. Los resultados indican que el cruce de usuarios entre las diferentes temáticas no es muy significativo, en cuanto a su volumen. Esto se extrae del hecho de que las columnas diagonales son muy superiores al resto.

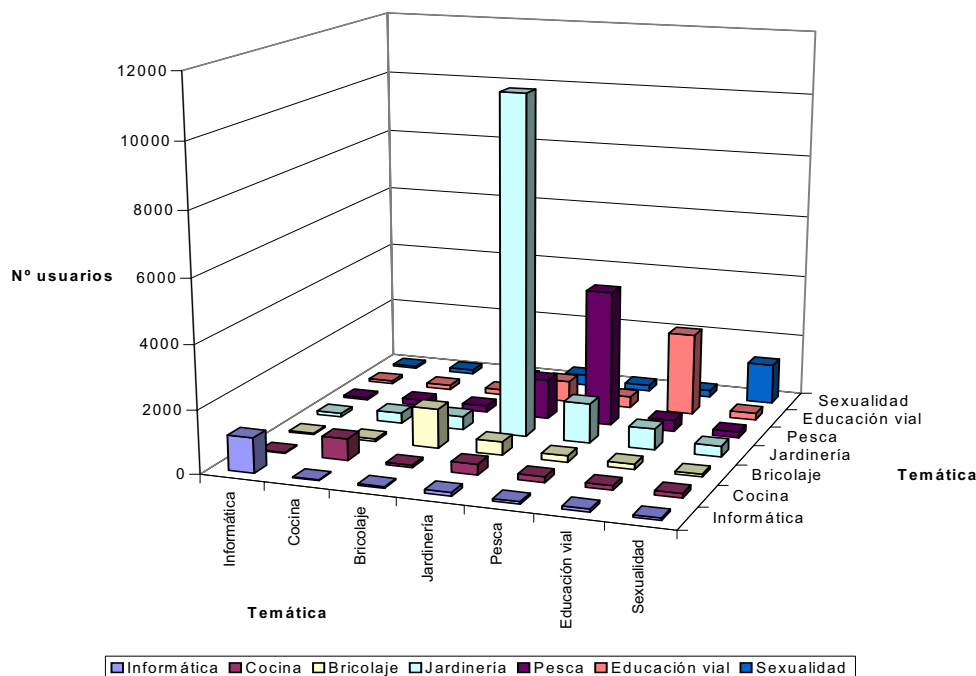


Figura 5 Transferencia de usuarios entre temática

Cuando la transferencia de usuarios es grande entre temáticas con gran audiencia, el coste de tener a los usuarios satisfechos es menor. La razón es que, puesto que les interesan varias temáticas, si se producen cualquiera de estos contenidos se quedarán satisfechos. Cuando no existe transferencia, el servicio deberá producir contenidos que dejen a todos los tipos de usuarios afines a una temática satisfechos, lo que implicará producir más audio/vídeos.

8.3. Procesos de *datamining*

La metodología diseñada permite la aplicación de procesos de *datamining* sobre los diferentes datos de entrada. Su misión será la de ser un complemento a los análisis básicos y multidimensionales mediante la generación de conocimiento más elaborado.

En lugar de diseñar un método de aplicación propio, esta metodología utiliza el proceso diseñado por Michael Berry y Gordon Linoff [11] para la generación de modelos de extracción del conocimiento. La metodología se centra en definir

algunos procesos a nivel conceptual para la generación de información interesante para la evaluación del servicio. Algunos de los mismos se presentan en la [tabla 1](#).

9. Compilación de Resultados y Obtención de Conclusiones

9.1. Compilación de resultados

La compilación de resultados será el proceso encargado de coordinar los resultados obtenidos en los diferentes tests de los sucesivos análisis y generar con ellos un conjunto de listas y tablas que permitan seleccionar los mejores parámetros de configuración. Su misión será, en general, hacer de resumen para el gran número de resultados que se han obtenido durante el análisis. De esta forma, estos resúmenes pueden ser utilizados en la toma de decisiones para cuestiones generales. Un ejemplo de ello es la tabla de temáticas y duraciones.

Proceso	Objetivo
Clasificación de los usuarios (buenos, regulares, malos,...) en función de la duración de sus 3 primeras reproducciones.	Ser capaces de predecir si los usuarios van a reproducir muchos vídeos del servicio observando sus 3 primeras reproducciones.
Predicción de la puntuación de un alumno en función de la duración de sus reproducciones.	Ser capaces de predecir la nota que un alumno va a sacar en un test según cómo hayan sido las reproducciones de los vídeos de la unidad temática.
Predicción del tiempo de vida en el servicio de un usuario en función del porcentaje de vídeo visto	Ser capaces de predecir durante cuánto tiempo un usuario va a estar accediendo al servicio en función del porcentaje de vídeo que reproduce cada vez que accede al servicio.
Predicción del éxito de un nuevo vídeo en función del comportamiento de los usuarios en vídeos anteriores del mismo tema	Ser capaces de predecir el éxito de un vídeo a partir de la respuesta de los usuarios a la aparición de vídeos similares en periodos anteriores.

Tabla 1 Procesos de *Datamining*

9.1.1. Tabla de temáticas y duraciones

La tabla de temáticas y duraciones pretende ser un resumen de la acogida de las diferentes temáticas por parte de los usuarios. Los elementos que conforman esta tabla son los siguientes:

- **Temática.** Temática de referencia del audio/vídeo o conjunto de audio/vídeos.
- **Interés despertado.** Valor medio de la métrica del interés despertado para los audio/vídeos de la temática analizada.
- **Éxito conseguido.** Valor medio de la métrica de éxito conseguido para el conjunto de audio/vídeos de la temática.
- **Impacto conseguido.** Valor medio de la métrica de impacto para el conjunto de audio/vídeos de la temática.

- **Duración media.** Valor medio de la duración de los audio/vídeos producidos con dicha temática.
- **Duración media de la reproducción.** Valor medio de las reproducciones realizadas sobre los audio/vídeos de dicha temática.

Un ejemplo de la tabla de temáticas y duraciones es el que se muestra en la [tabla 2](#).

Temática	Interés medio	Éxito medio	Impacto medio	Duración media	D. Rep. media
Cocina	300	2400 seg	120	3:45 min	1:05 min
Informática	400	2400 seg	200	3:30 min	2:31 min
Bricolaje	600	3500 seg	250	4:50 min	1:54 min
Papiroflexia	800	5000 seg	500	3:00 min	2:00 min

Tabla 2 Tabla de temáticas y duraciones

9.2. Obtención de conclusiones

La obtención de conclusiones está dividida en dos partes. Una primera parte se centra en evaluar si los objetivos han sido o no alcanzados y en qué medida. La segunda parte está orientada a evaluar los elementos que es posible mejorar en el proceso de configuración del servicio.

En la primera de las partes se irán evaluando uno por uno cada uno de los objetivos, y se determinará si han sido alcanzados o no y en qué medida. Si todos los objetivos son alcanzados, el proceso de análisis se dará por concluido con éxito y no se realizará proceso alguno de configuración.

Por otro lado, la segunda de las partes se encarga de establecer qué elementos es posible mejorar en la configuración actual del servicio. Esta etapa únicamente se realizará si en la primera los objetivos no han sido alcanzados.

10. Asesoramiento

En los servicios guiados-evaluados es posible disponer de mucha información sobre el comportamiento del usuario. En este caso, esta información no debe servir solamente para mejorar la configuración del sistema de tele-educación, sino que puede ser aprovechada para asesorar al alumno para que mejore en su proceso de aprendizaje.

Con todos los datos reunidos se realizará un estudio sobre la evolución del alumno, que permita al profesor responsable asesorarlo para mejorar su rendimiento.

11. Tarea de Configuración de la Entidad Docente

El proceso de configuración del sistema de tele-educación a realizar por la entidad docente se centra fundamentalmente en trabajar con los contenidos que se utilizan en el mismo. Las actuaciones que se realizarán en esta etapa serán las siguientes:

- **Eliminación de un vídeo:** un vídeo que no sea visualizado puede optar por retirarse. En el caso de tratarse de un curso guiado, podría aparecer esta situación cuando se proporciona en él información redundante.
- **Creación de un nuevo vídeo:** si se observa que un cierto tema genera mucha demanda (cursos libres) o que cierta información no queda clara para los alumnos (guiados-evaluados) podrá introducirse un nuevo vídeo.
- **Modificación de un vídeo:** cuando se observa que los usuarios no comprenden con facilidad los contenidos de un vídeo es posible modificar su estructura para conseguir una mejor asimilación. Además, la modificación de un vídeo puede ser una alternativa a la creación de uno nuevo. Si se observa que ciertos contenidos deben ser potenciados, se podrá modificar un vídeo existente en vez de crear uno nuevo. Esto será interesante siempre que los contenidos nuevos estén relacionados con los que se explicaban en el vídeo original.

Además de estas modificaciones, en los servicios de tipo guiado-evaluado podrán realizarse los siguientes cambios:

- **Reestructuración de las unidades temáticas:** si se considera que la estructura con la que se ha dividido el curso en unidades temáticas no es la más correcta, ésta podrá ajustarse teniendo en cuenta los resultados de los análisis realizados previamente.
- **Modificación de la evaluación:** podrá establecerse que las cuestiones que se realizan a los alumnos en la evaluación no son las más adecuadas, generando otro nuevo patrón de evaluación.

12. Conclusiones

Los sistemas educacionales basados en medios continuos, como son los servicios de audio/vídeo *streaming*, dan la posibilidad de generar sistemas de análisis que evalúen la actitud del estudiante hacia la información docente que se le está presentando.

Mediante el estudio de la duración de las reproducciones, sus interacciones y el orden de las mismas, así como con los resultados de las evaluaciones en los sistemas guiados, es posible establecer determinados parámetros del comportamiento del usuario sobre la información que está recibiendo. Con esta información, puede asesorarse al estudiante y a la vez configurar los contenidos para conseguir que su reproducción sea más amena y su asimilación más eficiente. Para ayudar en esta tarea se ha adaptado una metodología para el análisis y configuración de servicios de audio/vídeo bajo demanda para medios de comunicación, de forma que transforme los análisis y las configuraciones hacia el mundo de la tele-enseñanza.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el operador global de comunicaciones **Telecable de Asturias SAU** en el entorno de los proyectos *NuevaMedia*, *Telemedia* y *ModelMedia*.

Referencias

- [1] J. M. Almeida, J. Krueger, D. L. Eager, M. K. Vernon. "Analysis of Educational Media Server Workloads", NOSSDAV 2001, Port Jefferson, NY, Junio 2001.
- [2] M. Chesire, A. Wolman, G. Voelker, H. Lavy. "Measurement and Analysis of a Streaming-Media Workload", USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems. Marzo 2001.
- [3] L. Anido, M. Llamas, M. J. Fernández, J. Santos, M. Caeiro. The Next Step in Computed Based Education: the Learning Technologies Standardization. Computers and Education. Kluwer Academic. 2001.
- [4] P.M. Hontangas, V. Ponsoda, J. Olea, F. Abad. Los tests adaptativos informatizados en la frontera del siglo XXI: una revisión. En Revista de la Asociación Española de Metodología de las Ciencias del Comportamiento (AEMCCO). 2000.
- [5] J. Gutiérrez, T. A. Pérez, J. López-Cuadrado, R. M. Arruabarrena, J. A: Vadillo. "Evaluación en Sistemas Hipermedia Adaptativos".VII Congreso de Ciencias Sociales. Madrid. 2001.
- [6] X.G Pañeda. Tesis Doctoral. Análisis, Modelado y Configuración de Servicios de Vídeo Bajo Demanda sobre Redes de Cable. Universidad de Oviedo. 2004.
- [7] X.G Pañeda, D. Melendi, V. García, R. García, A. Neira. "Analysis and Configuration Methodology for Video-on-Demand Services Based on Monitoring Information and Predictions". 6th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS2004). Porto, Portugal. 2004.
- [8] G. S. Linoff, M. J. A. Berry. Mining the Web. Wiley & Sons. 2001
- [9] L. Breslau, P. Cao, L. Fan, G. Phillips, S. Shenker. "Web Caching and Zipf-like Distributions: Evidence and Implications". IEEE INFOCOM. Nueva York, EEUU. 1999.
- [10] M. Chesire, A. Wolman, G. Voelker, H. Lavy. "Measurement and Analysis of a Streaming-Media Workload". USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems. 2001.
- [11] M. J. A. Berry, G. S. Linoff. Mastering Data Mining. Wiley & Sons. 2000.