

# Evolución en la Accesibilidad de la Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia - FROAC

Luís Felipe Londoño<sup>1</sup>, Valentina Tabares<sup>1</sup>, Néstor Duque<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Colombia

{lflondonor, vtabaresm, ndduqueme}@unal.edu.co

**Resumen.** *Los Objetos de Aprendizaje juegan un importante rol en el apoyo a procesos educativos y la posibilidad de que estén disponibles a través de federaciones que centralicen gran cantidad de estos recursos que se encuentran almacenados en repositorios distribuidos, puede mejorar la experiencia del usuario. Sin embargo, es necesario que las federaciones cumplan con criterios de accesibilidad para que puedan ser usadas por un mayor número de personas independiente de sus condiciones particulares. En el presente artículo se presenta una propuesta para el mejoramiento de la accesibilidad de las federaciones, aplicada particularmente al caso de la Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje – FROAC, mostrando el estado inicial, los cambios realizados y el estado al final del proceso.*

**Abstract.** *Learning objects play an important role in supporting educational processes and the possibility that they are available through federations that centralize lot of these resources that are stored in distributed repositories, can improve the user experience. However, it is necessary that the federations meet accessibility criteria for that they can be used by a greater number of independent persons of their particular conditions. In this article is showing a proposal for improving the accesibility of the federations particularly applied to the case of the Federation of Learning Object Repositories - FROAC, showing the initial state, the changes made and the state at the end of the process.*

**Palabras clave.** *Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje, Accesibilidad, Evaluación de Accesibilidad, Validadores.*

**Keywords.** *Federation of Learning Object Repositories Accessibility, Evaluation Accessibility, validators.*

## 1. Introducción

Los Objetos de Aprendizaje (OAs) como apoyo a los procesos educativos se distinguen de otros recursos por su disponibilidad a través de repositorios y federaciones de repositorios que facilitan los procesos de búsqueda y recuperación (Duque, Ovalle, & Moreno, 2015)(Sanz, 2010). Las federaciones actúan como puntos únicos de acceso que aumentan la

visibilidad de los recursos, ofreciendo además servicios de valor agregado para mejorar la experiencia de los usuarios (Van de Sompel, Chute, & Hochstenbach, 2008).

Adicional a esto, es necesario reconocer las pautas mínimas de accesibilidad con las que debe cumplir este tipo de plataformas orientadas a apoyar procesos educativos, con el fin de que cualquier usuario tenga la posibilidad de interactuar con los recursos y servicios que se ofrecen, independiente de sus condiciones. En este caso la accesibilidad es entendida como el encuentro entre la capacidad funcional de una persona y las demandas de diseño del entorno digital que desea utilizar (Alonso, 2007)(Miñón, Moreno, Martínez, & Abascal, 2014).

La Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia - FROAC es una iniciativa colombiana orientada a permitir el acceso a recursos que se encuentran en repositorios distribuidos, donde se aprovechan resultados de investigaciones de los grupos vinculados, ofreciendo servicios y aplicaciones que benefician a los usuarios (Tabares, Duque, Rodríguez, Moreno, & Ovalle, 2015). Aunque FROAC tiene un enfoque hacia el usuario, al realizar evaluaciones preliminares sobre su nivel de accesibilidad, se identificaron un gran número de errores y problemas asociados (Flórez, Ruiz, Castaño, Tabares, & Duque, 2014), lo que conlleva a la necesidad de explorar alternativas que permitan mejorar este aspecto.

Algunos trabajos como el presentado en (Alcaraz & Ribera, 2015), han evidenciado el proceso de creación de sitios Web accesibles para discapacidades específicas o algunas actividades para el mejoramiento de la accesibilidad. Sin embargo, puntualmente para el caso de las federaciones de repositorios no se identifican trabajos en este sentido.

En el presente artículo se muestra los elementos considerados en el proceso de mejoramiento de la accesibilidad de FROAC, proponiendo una serie de criterios y fases a seguir. Se muestra la aplicación concreta en FROAC, partiendo de un estado inicial que es evaluado para identificar concretamente los problemas y llegando a un estado final donde se han solucionado gran parte de los fallos, pero identificando que es necesario seguir trabajando en fortalecer este aspecto.

El artículo se estructura así: La sección 2 muestra la propuesta y su aplicación es presentada en la sección 3. En la siguiente sección se presenta una comparación entre el estado de FROAC al iniciar el proceso y al finalizarlo. En la sección 5 se presenta el análisis de los resultados y finalmente las conclusiones y trabajo futuro.

## **2. Propuesta para el mejoramiento de la accesibilidad**

Con el fin de mejorar la accesibilidad de una federación de repositorios de objetos de aprendizaje, diferenciando los elementos que se deben tener en cuenta tanto para la evaluación que permita identificar los problemas como para establecer las soluciones, se definieron 4 ejes o criterios en los que se enmarca este proceso, los cuales se describen a continuación:

**I. Accesibilidad de la Interface:** con este criterio se busca que la federación no presente errores de contrastes y todos los objetos que hagan parte de la interfaz estén distribuidos apropiadamente para así mejorar la experiencia del usuario.

**II. Accesibilidad del Código Fuente:** con el fin de garantizar que la federación cuente con los textos alternativos y otros atributos de código que faciliten el uso de herramientas y tecnologías asistivas se tiene en cuenta este criterio.

**III. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:** si bien el proceso de construcción de los recursos educativos no es responsabilidad de la federación, se debe tener en cuenta que solo en la medida que los recursos que se ofrecen cuenten con condiciones mínimas de accesibilidad, será posible llegar a tener una federación accesible. Por lo tanto, en este eje se tendrán en cuenta los resultados de la evaluación de los objetos de aprendizaje con el fin de que se puedan tomar medidas respecto a su mejoramiento.

**IV. Herramientas Configurables para Accesibilidad:** en esta etapa se observara si la federación tiene herramientas que mejoren la experiencia del usuario permitiéndole realizar configuraciones sobre elementos como tamaños de texto, colores y contrastes.

### 2.1. Fases en el proceso de mejoramiento de la accesibilidad

Después de definidos los ejes que se tendrán en cuenta, se presentan las fases que se ejecutarán para llevar a cabo el proceso de mejoramiento de la accesibilidad de la federación.

#### Fase 1: Evaluación del estado inicial

Con el fin de establecer el nivel de cumplimiento de la federación respecto a los ejes descritos anteriormente, se presentan las herramientas que pueden apoyar este proceso:

- Para el primer eje se decidió usar el validador WAVE<sup>1</sup> el cual entregara los resultados de la evaluación clasificados en los tipos de fallos de errores, alerta, elementos estructurales, HTML5 y ARIA, características y errores de contraste. Además, WAVE ofrece una ventaja con respecto a otros validadores y es que este se puede usar como una extensión del navegador Google Chrome permitiendo ir validando a medida que se va desarrollando sin necesidad de que la federación esté en un servidor.
- Para el segundo eje se puede usar la herramienta t.a.w<sup>2</sup> que entrega los resultados de la evaluación de la accesibilidad del código en la clasificación de los fallos detectados en problemas, advertencias y no verificados, los cuales a su vez tienen categorizaciones en los criterios de accesibilidad de la WACAG 2.0 operable, perceptible, comprensible y robusto.
- Para el tercer eje es posible realizar diferentes tipos de evaluación, ya sea de forma automática o manual, dependiendo de las características propias del Objeto de Aprendizaje. Para objetos Web se pueden utilizar herramientas automáticas como t.a.w y WAVE, y para objetos multimedia validadores como PAC: PDF Accessibility Checker 2.0, Validador interno de las herramientas de Microsoft Office (PowerPoint, Excel, Microsoft Word), Audacity y Photosensitive Epilepsy Analysis Tool (PEAT).

---

<sup>1</sup> <http://wave.webaim.org/>

<sup>2</sup> <http://www.tawdis.net/>

## **Fase 2: Plan de Mejoramiento**

Tras realizar la evaluación del estado inicial de la federación de acuerdo a los ejes definidos, es necesario establecer un plan de mejoramiento donde se definan los objetivos del proceso. Se recomienda para cada conjunto de criterio tener en cuenta lo siguiente:

**I. Accesibilidad de la Interface:** reducir en un determinado porcentaje la cantidad de elementos con fallos que haya entregado el validador WAVE, para garantizar que la nueva versión sea visualmente más accesible.

**II. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:** los objetivos estarán relacionados con la reducción en un porcentaje de la cantidad de elementos con fallos de acuerdo a los resultados del validador t.a.w.

**III. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:** los objetivos serán mejorar el nivel promedio de accesibilidad de los objetos de aprendizaje. Estos objetivos deben estar articulados con los intereses de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje que son responsables del etiquetado y almacenamiento de los recursos.

**IV. Herramientas Configurables para Accesibilidad:** los objetivos estarán asociados con incorporar herramientas que permitan facilidad y fluidez en la navegación por parte de los usuarios, ya sea que estos presenten alguna discapacidad o no.

## **Fase 3: Aplicación de las soluciones**

Después de definido el plan de mejoramiento teniendo en cuenta los resultados de la evaluación inicial, se procede a analizar cada uno de los ítems con problemas identificados y a ejecutar acciones de mejora.

Para el caso de los ejes I y II se toman los resultados de los validadores y se inicia un proceso de modificación por parte de los desarrolladores de la federación, corrigiendo elementos de la interfaz y del código fuente. Para el eje III se deben establecer acciones de mejora en conjunto con los administradores de los repositorios y creadores de los recursos. Finalmente en el eje IV se evalúa la posibilidad de integración de herramientas que permitan la configuración de diferentes opciones para mejorar la accesibilidad.

## **Fase 4: Evaluación del estado final**

Una vez aplicadas las soluciones de los errores o problemas de accesibilidad encontrados en los ejes propuestos, se debe evaluar nuevamente la federación con el fin de establecer el estado final del proceso, si se alcanzaron los objetivos trazados y si se requieren nuevas acciones de mejora.

### **3. Aplicación de la propuesta para el mejoramiento de la accesibilidad**

A continuación se presenta la ejecución de cada una de las fases propuestas para el mejoramiento de la accesibilidad de la federación FROAC:

## Fase 1: Evaluación del estado inicial

En esta fase se realizó la evaluación del estado de accesibilidad de FROAC al inicio del proceso, dentro de los cuatro ejes definidos para el análisis:

**I. Accesibilidad de la Interface:** Utilizando la herramienta WAVE se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 1 respecto a la interface de FROAC.

**Tabla 1. Resultado Validador WAVE (Estado inicial)**

Tipo de Fallo	Cantidad
Errores	103
Alertas	121
Elementos Estructurales	152
HTML5 y ARIA	196
Características	22
Errores de Contraste	104

**II. Accesibilidad del Código Fuente:** En la Tabla 2 se muestran los resultados del proceso de validación del código fuente de FROAC, utilizando la herramienta T.A.W.

**Tabla 2. Resultado Validador t.a.w (Estado Inicial)**

Tipo de Fallo	Cantidad
Problemas	24
Advertencias	115
No Verificados	24

**III. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:** Como se mencionó, la federación no puede tener completo control sobre el tipo de recursos educativos que se ofrecen, ya que esto también depende del Repositorio donde se encuentran almacenados. Sin embargo, como una muestra de lo que podría ser la evaluación de accesibilidad de los OAs se seleccionaron al azar algunos recursos disponibles a través de FROAC y se evaluaron utilizando para los PDF el validador PAC: PDF Accessibility Checker 2.0 y para los documentos de Microsoft Office (PowerPoint, Excel, Microsoft Word) el validador de propio de la herramienta. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Resultados Evaluación Objetos de Aprendizaje FROAC (Estado Inicial)**

Objeto de Aprendizaje	Bases de datos vs. SGBD (DBMS)	Objetivos de la Auditoria Continua	Estándares del GUI	Una Definición Del Modelo De Auditoria Continua	Tipos de Algoritmos
<b>Formato</b>	PDF	PowerPoint	PDF	PowerPoint	PDF
<b>Errores</b>	27%	26%	13%	30%	21%
<b>Advertencia</b>	15%	8%	10%	15%	21%
<b>Sugerencias</b>	20%	20%	20%	20%	20%
<b>Total Accesibilidad</b>	<b>62%</b>	<b>54%</b>	<b>43%</b>	<b>65%</b>	<b>62%</b>

**IV. Herramientas Configurables para Accesibilidad:** Al momento de la evaluación se identifica que FROAC no cuenta con herramientas que permitan al usuario configurar opciones relacionadas con la accesibilidad del sitio, tales como tamaños de texto, colores y contrastes.

### **Fase 2: Plan de Mejoramiento**

Después de realizada la evaluación del nivel de accesibilidad de FROAC, se definieron los siguientes objetivos para mejorar este aspecto en la federación.

#### **I. Accesibilidad de la Interface:**

- Reducir la cantidad de errores en un 90%.
- Reducir en un 80% la cantidad de Alertas.
- Reducir la cantidad de fallos en los elementos estructurales en un 65%.
- Reducir la cantidad de fallos HTML5 y ARIA en un 50%.
- Reducir el 95% de la cantidad de errores de contraste.

#### **II. Accesibilidad del Código Fuente:**

- Reducir en un 50% la cantidad de problemas.
- Reducir en un 60% la cantidad de advertencias.
- Reducir en un 40% la cantidad de fallos no verificados.

#### **III. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:**

- El total de accesibilidad de los objetos de la federación debe ser como mínimo de 65%.

#### **IV. Herramientas Configurables para Accesibilidad:**

- Incorporar una herramienta que permita al usuario modificar el tamaño de la letra de los textos, los colores de las letras y fondo de acuerdo a sus preferencias y necesidades.
- Incorporar un lector de pantalla directamente a la federación, para que personas con pérdida total de la visión puedan acceder sin problema y sin necesidad de buscar otras herramientas.
- Incorporar una herramienta de reconocimiento de voz para que los usuarios con dificultades motrices puedan desenvolverse fácilmente en la federación.

### **Fase 3: Aplicación de las soluciones**

- Se solucionaron los errores de contraste utilizando una herramienta interna del validador WAVE, la cual permite realizar combinaciones entre el color de fondo y el color de la letra, para tener conocimiento de cuales colores contrastan de forma accesible o no, además de WAVE hay otras herramientas para la experimentación de contrastes de colores como Accesibility Color Wheel.
- Se solucionaron algunos errores para que la página de la federación pueda ser interpretada por un lector de pantalla fácilmente, asignando a cada imagen, botón y tabla un texto alternativo corto en el cual se describa de forma concisa el objetivo de este atributo.
- Se buscó que la página de la federación sea totalmente responsiva en dispositivos móviles, haciendo pruebas con la extensión de Google Web Developer.

- Se mejoraran algunos de los Objetos de Aprendizaje disponibles a través de la federación siguiendo lineamientos y pautas de accesibilidad.

#### Fase 4: Evaluación del estado final

Después de realizados cambios en la fase anterior, se procede a evaluar el estado final de la federación, de tal forma que sea posible establecer los elementos mejorados y aquellos que aun requieren de trabajo.

**I. Accesibilidad de la Interface:** En la Tabla 4 son presentados los resultados obtenidos con la evaluación de la interfaz utilizando el validador WAVE.

**Tabla 4. Resultado Validador WAVE (Estado final)**

Tipo de Fallo	Cantidad
Errores	3
Alertas	15
Elementos Estructurales	19
HTML5 y ARIA	13
Características	15
Errores de Contraste	0

**II. Accesibilidad del Código Fuente:** Se procedió a realizar la evaluación del código fuente con el validador t.a.w el cual arrojó los resultados que se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5. Resultado Validador t.a.w (Estado final)**

Tipo de Fallo	Cantidad
Problemas	21
Advertencias	80
No Verificados	16

**III. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:** Con el fin de identificar si mejoró el nivel de accesibilidad en este eje, se evaluaron los objetos con las herramientas PAC: PDF Accessibility Checker 2.0 y el validador de Microsoft Office algunos recursos, de los cuales se presentan los resultados en la Tabla 6.

**Tabla 6. Resultados Evaluación Objetos de Aprendizaje FROAC (Estado final)**

Objeto de Aprendizaje	Sistema Solar	Los Sentidos	Aparato Digestivo	Corazón	División Celular Meiosis
<b>Formato</b>	Word	PowerPoint	PowerPoint	MP4	MP4
<b>Errores</b>	25%	32%	29%	50%	50%
<b>Advertencia</b>	20%	14%	18%	21%	18%
<b>Sugerencias</b>	20%	20%	20%	0%	0%
<b>Total Accesibilidad</b>	<b>65%</b>	<b>66%</b>	<b>67%</b>	<b>71%</b>	<b>68%</b>

**IV. Herramientas Configurables para Accesibilidad:** Aunque se trabajó en la evaluación de algunas herramientas y la realización de pruebas, aun no se tienen disponibles las herramientas que apoyen en la accesibilidad de acuerdo a lo planeado en la Fase 3.

#### 4. Comparación entre el estado inicial y el estado final de FROAC

Con los resultados obtenidos en la Fase 1 y en la Fase 4 del proceso de mejoramiento de la accesibilidad de FROAC, se realizan las comparaciones presentadas a continuación:

**I. Accesibilidad de la Interface:** En la Tabla 7 se puede observar la comparación de los resultados de accesibilidad de interface entre el estado de FROAC al inicio del proceso de mejoramiento y el estado final.

**Tabla 7. Comparación Resultados Validador WAVE**

Tipo de Fallo	Cantidad Inicial	Cantidad Final	Reducción o Aumento
Errores	103	3	97,09%
Alertas	121	15	87,60%
Elementos Estructurales	152	19	87,50%
HTML5 y ARIA	196	13	93,37%
Características	22	15	31,82%
Errores de Contraste.	104	0	100,00%

**II. Accesibilidad del Código Fuente:** La comparación de los resultados obtenidos con la validación del código fuente a través de la herramienta t.a.w es presentada en la Tabla 8.

**Tabla 8. Comparación Resultado Validador t.a.w.**

Tipo de Fallo	Cantidad Inicial	Cantidad Final	Reducción o Aumento
Problemas	24	21	12,50%
Advertencias	115	80	30,43%
No Verificados	24	16	33,33%

**III. Accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de la Federación:** En la Tabla 9 se puede observar la comparación de los resultados de accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje de FROAC evaluados inicialmente, frente a otro grupo de recursos evaluados en la Fase 4 del proceso. Aunque no se trata de los mismos objetos, esto es de una idea del interés que se tiene en la federación de trabajar en el mejoramiento de este eje.

**IV. Herramientas Configurables para Accesibilidad:** Como se mencionó, no se llegó a la implementación en la federación de las herramientas configurables para accesibilidad, por lo que no es posible en este caso realizar comparación respecto a este eje.



**Tabla 9. Comparación Resultados Objetos de Aprendizaje**

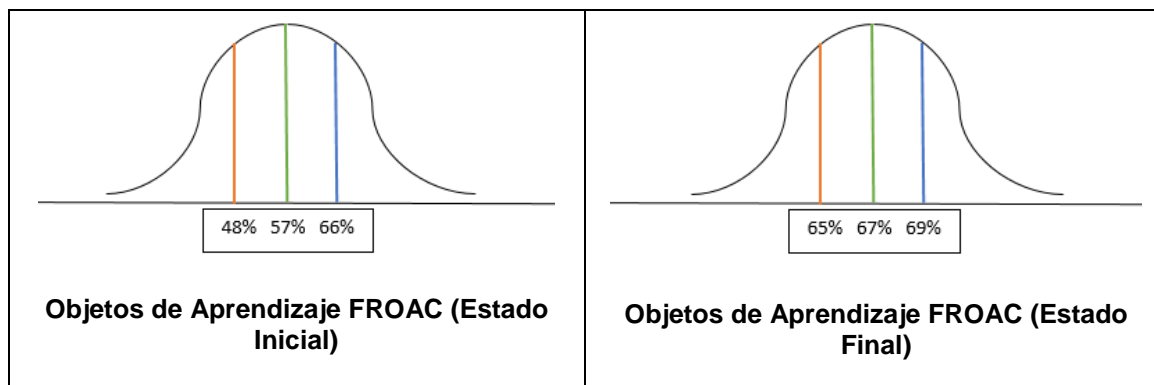
	<b>Objetos de Aprendizaje</b>	<b>Total Accesibilidad</b>	<b>Promedio Accesibilidad</b>	<b>Rango de Accesibilidad</b>
Objetos Revisión Inicial	Bases de datos vs. SGBD (DBMS)	<b>62%</b>	<b>57%</b>	<b>48% - 66%</b>
	Objetivos de la Auditoria Continua	<b>54%</b>		
	Estándares del GUI	<b>43%</b>		
	Una Definición Del Modelo De Auditoria Continua	<b>65%</b>		
	Tipos de Algoritmos	<b>62%</b>		
Objetos Revisión Final	Sistema Solar	<b>65%</b>	<b>67%</b>	<b>65% - 70%</b>
	Los Sentidos	<b>66%</b>		
	Aparato Digestivo	<b>67%</b>		
	Corazón	<b>71%</b>		
	División Celular Meiosis	<b>68%</b>		

## 5. Análisis de los Resultados

Como se observó en la Tabla 7 se cumplió con los objetivos definidos en la Fase 2 del proceso de mejoramiento de la accesibilidad, específicamente en el eje relacionado con la interface, ya que se disminuyó más de los porcentajes que se esperaban para garantizar una interfaz accesible en FROAC.

Por otro lado, en la Tabla 8 se puede observar que los objetivos establecidos para mejorar la accesibilidad de código fuente no se han cumplido totalmente. Sin embargo, el objetivo de disminuir las fallas no verificadas en un 40% le falta poco para cumplirse ya que estos se disminuyeron en 33.33% y cabe destacar que los otros dos objetivos también van por buen camino para cumplirse. Se debe trabajar en la reducción de problemas en un 50%, ya que este ha sido el que menos se logró reducir de los tres tipos de fallos con solo un 12,50%.

Como se puede observar en la Tabla 9 los objetos de aprendizaje evaluados en segunda instancia cumplen con el objetivo que se había planteado, ya que todos los objetos de aprendizaje tienen un nivel de accesibilidad superior al 65%. También se muestra en la Figura 3 como la media y el rango de accesibilidad de los objetos de aprendizaje es menor en la evaluación de la Fase 2 respecto a la realizada en la Fase 4.



**Figura 3. Rango y Media OAs Evaluados**

## 6. Conclusiones y Trabajos Futuros

Evaluar la accesibilidad de las federaciones de repositorios de objetos de aprendizaje y ejecutar acciones que permitan su mejoramiento, es fundamental para potencializar el acceso a los recursos educativos y mejorar la experiencia de todos los usuarios.

El proceso de mejoramiento de la accesibilidad debe ser constante, al igual que la evaluación que se realice para identificar el estado actual y las posibles acciones de mejora.

Como trabajo futuro se trabajará en el logro de los objetivos que se habían establecido y no se han cumplido en el siguiente orden de prioridad: 1) Corregir las advertencias del código fuente para que así FROAC sea totalmente responsiva. 2) Integrar las herramientas que generen una mayor accesibilidad en FROAC.

## 7. Agradecimientos

El trabajo presentado en este artículo fue financiado parcialmente por el proyecto de COLCIENCIAS titulado: “RAIM: Implementación de un framework apoyado en tecnologías móviles y de realidad aumentada para entornos educativos ubicuos, adaptativos, accesibles e interactivos para todos” con código 111956934172.

## 8. Referencias

Alcaraz, R., & Ribera, M. (2015). Mapas digitales y aplicaciones basadas en la localización: mejoras en su accesibilidad para las personas ciegas. *No Solo Usabilidad*, 14.

Alonso, F. (2007). Algo más que suprimir barreras : conceptos y argumentos para una accesibilidad universal.

- Duque, N., Ovalle, D., & Moreno, J. (2015). *Objetos de Aprendizaje, Repositorios y Federaciones... Conocimeinto para todos*.
- Flórez, J., Ruiz, K. J., Castaño, N., Tabares, V., & Duque, N. (2014). Accesibilidad en Sitios Web que Apoyan Procesos Educativos. In *Novena Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje - LACLO 2014* (pp. 1–12).
- Miñón, R., Moreno, L., Martínez, P., & Abascal, J. (2014). An approach to the integration of accessibility requirements into a user interface development method. *Science of Computer Programming*, 86, 58–73.  
<http://doi.org/10.1016/j.scico.2013.04.005>
- Sanz, J. (2010). *Evaluación Apriorística de la Reusabilidad de los Objetos de Aprendizaje*. Universidad de Alcalá de Henares.
- Tabares, V., Duque, N., Rodríguez, P., Moreno, J., & Ovalle, D. (2015). FROAC : Una Iniciativa Colombiana para la Integración de Repositorios de Objetos. *Campus Virtuales*, IV(01), 108–117.
- Van de Sompel, H., Chute, R., & Hochstenbach, P. (2008). The aDORe Federation Architecture: Digital Repositories at Scale. *International Journal on Digital Libraries*, 9(2), 83–100. <http://doi.org/10.1007/s00799-008-0048-7>