

**Modelo de Desarrollo de Objetos de Aprendizaje usados  
en Ambientes Virtuales para la Comunidad Indígena  
Yanakona del Macizo Andino Colombiano**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**Ana María Chimunja González**

**Fredy Alberto Bolaños Manquillo**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS  
Grupo de Investigación IDIS  
Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software  
Popayán  
2010**

# **Modelo de Desarrollo de Objetos de Aprendizaje usados en Ambientes Virtuales para la Comunidad Indígena Yanakona del Macizo Andino Colombiano**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**Ana María Chimunja González**

**Fredy Alberto Bolaños Manquillo**

Trabajo de investigación para optar al título de Ingenieros de Sistemas

Director:

Ing. Wilson Libardo Pantoja Yepéz

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS  
Grupo de Investigación IDIS  
Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software  
Popayán  
2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de grado no podría haber sido realizado sin la colaboración de todas aquellas personas que con su apoyo, dedicación, y paciencia permitieron que a lo largo de este tiempo nuestro proyecto fuese realizado con el mayor de los éxitos, por eso hoy le agradecemos:

A Dios por darnos la vida, sabiduría, inteligencia y fortaleza para llegar al final de esta carrera, a pesar de las dificultades.

A nuestros padres, hermanos y familiares por apoyarnos y acompañarnos en las dificultades y triunfos, de igual forma a todos nuestros amigos y compañeros que estuvieron siempre dispuestos a ayudarnos y compartieron todos estos años a nuestro lado.

A nuestros director, Wilson Libardo Pantoja y al grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería del software (IDIS), por su apoyo a lo largo del presente proyecto, por su colaboración incondicional y por los buenos momentos que hicieron de este trabajo de grado una experiencia grata y enriquecedora.

A la comunidad Indígena Yanakona, en especial: al Programa de Educación, las instituciones educativas de los resguardos ancestrales y a las personas que participaron en la construcción del modelo MYNDOVA y los objetos de aprendizaje, gracias por su paciencia, motivación, comprensión, por regalarnos parte de su tiempo para hacer este proyecto realidad, por permitirnos compartir nuestros conocimientos y aprender de cada uno de ustedes cosas valiosas para nuestro futuro.

También le agradecemos al asesor pedagógico de la comunidad Yanakona, Gegner Alexander Muñoz, por ofrecernos su apoyo, amistad y ser nuestra guía desde la parte pedagógica y cultural de la comunidad Yanakona, por enseñarnos el valor de la educación propia en una comunidad indígena y ayudarnos a encontrar el mejor camino para dar soluciones a su comunidad del mismo modo le damos gracias a nuestros jurados, por enseñarnos a aprender de los errores, corregirnos y orientarnos para ser mejores profesionales.

Finalmente queremos agradecerle a Magda L. Obando y José F. Torres, por ser nuestro apoyo incondicional y motivarnos a seguir adelante cada día.

A todos nuestros más sinceros agradecimientos, nada de esto podría haberse logrado sin ustedes.

Fredy Alberto Bolaños Manquillo  
Ana Maria Chimunja González

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	BASE CONCEPTUAL .....	4
2.1	COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA.....	4
2.1.1	Población indígena en América Latina.....	4
2.1.2	Población indígena en Colombia y el departamento del Cauca .....	5
2.1.3	Comunidad indígena Yanakona.....	5
2.1.4	La educación en el pueblo yanakona.....	6
2.2	OBJETOS DE APRENDIZAJE.....	7
2.2.1	Características de los objetos de aprendizaje .....	8
2.2.2	Estructura de los objetos de aprendizaje .....	8
2.3	REVISIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS REFERENTES A MODELOS Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DE OA .....	10
2.3.1	Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: MIDOA.....	10
2.3.2	Metodología para el desarrollo de objetos de aprendizaje usando patrones .....	10
2.3.3	Metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje mediante el uso de la cartografía conceptual y células de desarrollo multidisciplinario y multimedia .....	10
2.3.4	Learning Objects Construction Methodology: LOCoMe .....	10
2.4	INGENIERÍA DE LA USABILIDAD Y DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO (DCU)....	12
2.4.1	Usabilidad.....	12
2.4.2	Ingeniería de la usabilidad. ....	13
2.4.3	Diseño centrado en el usuario.....	13
2.4.4	Estándares referentes a usabilidad y Diseño Centrado en el Usuario (DCU) .....	14
2.5	MODELO DE PROCESO DE LA INGENIERÍA DE LA USABILIDAD Y LA ACCESIBILIDAD - MPlu+a - MARCO DE INTEGRACIÓN DE LA USABILIDAD EN EL PROCESO DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE.....	19
2.5.1	Modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad - MPlu+a .....	19
2.5.2	Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software .....	20
2.6	ESTÁNDARES, ESPECIFICACIONES Y NORMAS PARA LA GESTIÓN DE OA.....	21
2.6.1	IEEE – LOM (Learning Object Metadata) .....	21
2.6.2	SCORM (Sharable Content Object Reference Model).....	24
2.7	ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EVE/A Y REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE .....	25

2.7.1	Entorno Virtual de Aprendizaje (EVE/A) ó Ambiente Virtual de Aprendizaje.....	25
3.	MODELO DE DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL AMBITO DE LA COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA – MYNDOVA .....	26
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	26
3.2	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MYNDOVA .....	29
3.3	CICLO DE VIDA DEL MODELO MYNDOVA .....	29
3.4	ESTRATEGIA PEDAGOGICA DE MYNDOVA .....	30
3.5	CARACTERÍSTICAS DEL MODELO MYNDOVA.....	30
3.6	ACTORES Y ROLES DEL MODELO MYNDOVA .....	31
3.7	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MOMENTOS.....	33
3.8	MOMENTOS DEL MODELO MYNDOVA .....	34
3.8.1	PRIMER MOMENTO: ANÁLISIS Y PLANEACIÓN.....	34
3.8.2	SEGUNDO MOMENTO: PRE-CONSTRUCCIÓN .....	40
3.8.3	TERCER MOMENTO: CONSTRUCCIÓN .....	47
3.8.4	CUARTO MOMENTO: POST-CONSTRUCCIÓN .....	51
3.8.5	QUINTO MOMENTO: EVALUACIÓN .....	55
3.8.6	SEXTO MOMENTO: SOCIALIZACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	61
4	SELECCIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE (EVE/A) PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA YANAKONA .....	66
4.1	ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE (EVE/A) Ó AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE .....	66
4.2	METODOLOGÍA.....	66
4.3	SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA ELEGIR UN ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA /APRENDIZAJE PARA LA COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA.....	68
4.3.1	Flexibilidad técnica .....	68
4.3.2	Usabilidad.....	69
4.3.3	Flexibilidad didáctica .....	69
4.4	ESTUDIOS DE PLATAFORMAS VIRTUALES DE APRENDIZAJE OPEN SOURCE .....	72
4.4.1	CASOS DE ESTUDIO DE PLATAFORMAS LMS .....	72
4.5	DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN DE PLATAFORMAS PRESELECCIONADAS .....	74
4.5.1	DESCRIPCIÓN DE PLATAFORMAS PRESELECCIONADAS .....	74
4.5.2	COMPARACION DE LOS EVE/A .....	75
4.6	SELECCIÓN DE LA PLATAFORMA, EXPERIENCIA DE ADAPTACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA Y CAPACITACIÓN DE LOS USUARIOS EN LA PLATAFORMA MOODLE .....	77
5.	LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE PARA LA COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA.....	81

5.1	METODOLOGIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS LINEAMIENTOS.....	81
5.2	LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE USADOS EN AMBIENTES VIRTUALES PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA YANAKONA .....	82
5.2.1	Lineamientos respecto al diseño del objeto de aprendizaje. ....	82
5.2.2	Lineamientos respecto al desarrollo del objeto de aprendizaje .....	85
5.2.3	Lineamientos respecto a las evaluaciones o pruebas del objeto de aprendizaje .....	88
5.3	OTROS LINEAMIENTOS UTILES EN LA CONSTRUCCION DE LOS OA.....	88
5.3.1	Lineamientos respecto a la interacción con la comunidad, análisis y planeación en la construcción del objeto de aprendizaje.....	88
5.4	APLICACIÓN.....	89
6.	CASO DE ESTUDIO .....	90
6.1	CASO DE ESTUDIO: EL PLAN DE VIDA UNA ESTRATEGIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE TERRITORIO YANAKONA.....	90
6.1.1.	Aplicación del modelo MYNDOVA. ....	90
6.2	RESULTADOS OBTENIDOS .....	93
6.3	ANALISIS DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO MYNDOVA .....	95
7	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	97
7.1	CONCLUSIONES.....	97
7.2	RECOMENDACIONES .....	98
7.3	TRABAJOS FUTUROS .....	99
	REFERENCIAS.....	100

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de un OA .....	8
Figura 2. Estructura de un OA para la comunidad indígena Yanakona.....	9
Figura 3. Interdependencia de las actividades de diseño centrado en el humano. Estándar 13407: 1999.....	15
Figura 4. Modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad - MPLu+a .....	19
Figura 5. Representación esquemática de la jerarquía de los elementos del estándar LOM. ....	22
Figura 6. Componentes del modelo MYNDOVA.....	26
Figura 7. Modelo de desarrollo de Objetos de Aprendizaje en el ámbito de la comunidad indígena Yanakona – MYNDOVA.....	27
Figura 8. Elementos asociados a un momento.....	28
Figura 9. Diagrama de flujo de trabajo del momento análisis y planeación. ....	35
Figura 10. Diagrama de flujo de trabajo del momento pre–construcción. ....	42
Figura 11. Actividades para definir el prototipo de la estructura de información del OA. ....	43
Figura 12. El diálogo entre el modelo conceptual y el modelo mental de los usuarios se realiza por medio de la interfaz . ....	44
Figura 13. Prototipos necesarios para el desarrollo del prototipo final del OA.....	46
Figura 14. Diagrama de flujo de trabajo momento construcción. ....	48
Figura 15. Diagrama de flujo momento post-construcción. ....	52
Figura 16. Tipos de evaluación propuestos en el modelo MYNDOVA. ....	56
Figura 17. Actividades para realizar los diferentes tipos de evaluación propuesto por el modelo. ..	57
Figura 18. Diagrama flujo de trabajo momento socialización y seguimiento. ....	62
Figura 19. Metodología utilizada para la selección del LMS.....	67
Figura 20. Subcriterios de la flexibilidad didáctica .....	70
Figura 21. Pruebas realizadas para la selección del la plataforma virtual de aprendizaje.....	77
Figura 22. Interfaz gráfica inicial y final de la comunidad virtual yanakona. ....	80
Figura 23. Componentes de un paquete de contenido definido en SCORM. [86].....	87
Figura 24. Calidad del material educativo obtenido al aplicar el modelo MYNDOVA. ....	95
Figura 25. Valoración de roles propuestos en el modelo MYNDOVA .....	95
Figura 26. Valoración de etapas y actividades propuestas en el modelo MYNDOVA. ....	96
Figura 27. Valoración de los tipos de evaluación propuestos en el modelo MYNDOVA.....	96
Figura 28. Utilidad de las plantillas propuestas.....	96

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de modelos y metodologías referenciados para la construcción del modelo MYNDOVA. ....	12
Tabla 2. Categorías del estándar LOM. ....	23
Tabla 3. Roles propuestos en el modelo MYNDOVA. ....	33
Tabla 4. Roles en cada momento del modelo MYNDOVA. ....	33
Tabla 5. Entradas y salidas del momento de análisis y planeación.....	40
Tabla 6. Técnicas de arquitectura de información u usabilidad seleccionadas.....	43
Tabla 7. Entradas y salidas del momento de pre-construcción. ....	47
Tabla 8. Herramientas de software libre y propietario para la construcción de OA.....	49
Tabla 9. Entradas y salidas del momento de construcción.....	51
Tabla 10. Entradas y salidas del momento de post-construcción.....	55
Tabla 11. Métodos y técnicas de usabilidad seleccionados. ....	59
Tabla 12. Escala para la evaluación. ....	60
Tabla 13. Escenarios de socialización. ....	63
Tabla 14. Estrategias de divulgación de los objetos de aprendizaje. ....	63
Tabla 15. Entradas y salidas del momento de post-construcción.....	65
Tabla 16. Criterios flexibilidad técnica.....	69
Tabla 17. Valoración de criterios para potenciación de aprendizaje. ....	69
Tabla 18. Valoración de criterios flexibilidad organizativa .....	70
Tabla 19. Valoración de criterios para potenciación de aprendizaje colaborativo y comunicacional. .....	70
Tabla 20. Criterios definidos por la comunidad yanakona. ....	71
Tabla 21. Criterios finalmente seleccionados .....	72
Tabla 22. Análisis de plataformas seleccionadas .....	74
Tabla 23. Escala para la valoración de criterios .....	75
Tabla 24. Resultados de evaluación de las plataformas preseleccionadas .....	76
Tabla 25. Plantillas o temas de acuerdo a los colores yanakonas .....	78
Tabla 26. Iconos para el Ambiente Virtual de Aprendizaje de la comunidad indígena Yanakona. ..	79
Tabla 27. Metadatos obligatorios y opcionales para los OA.....	87
Tabla 28. Prototipo inicial y final del OA “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona”. ....	91
Tabla 29. Pruebas piloto del objeto de aprendizaje “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona” .....	92

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la educación para las comunidades indígenas ha sido uno de los principales derechos que corresponde a procesos endógenos de formación y socialización, donde se busca ubicar al individuo en el contexto de su propia cultura [1], del mismo modo sus espacios de desarrollo son considerados lugares primordiales para recuperar y reconstruir la identidad cultural de los pueblos, por esto, dentro de las comunidades se han planteado estrategias para su continuidad y conservación. Colombia y el departamento del Cauca no son ajenos a ello, por lo tanto gran parte de los esfuerzos de las autoridades indígenas han estado concentradas en los procesos educativos, buscando de una u otra forma fortalecerlos.

En el Cauca la máxima organización indígena ha sido el Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC), y dentro de ella se encuentra el Programa de Educación Bilingüe e Intercultural (PEBI), quien es el encargado de impulsar los procesos educativos en la región, orientados a consolidar la educación propia basada en principios como la comunidad, el conocimiento a la diversidad y solidaridad de los pueblos [2]. De otro lado, en el pueblo yanakona, existe el Programa de Educación Yanakona (PEY), el cual tiene como objetivo consolidar el Sistema Educativo Propio Intercultural Yanakona (SEPIY).

Una de las estrategias creadas para difundir las propuestas de la comunidad yanakona, ha sido la edición de materiales educativos como cartillas y libros, los cuales se han financiado por recursos propios e entidades internacionales. “Estos materiales tanto en su elaboración como en su utilización, han tenido un impacto importante y han generado procesos significativos; pero por la falta de recursos económicos, dichos ejemplares han tenido que venderse para poder ser editados, y no han circulado ampliamente, para convertirse en un recurso del que dispongan niños y maestros” [2].

Por otra parte algunos miembros de la comunidad yanakona, conociendo la importancia de la educación como estrategia de recuperación de la cultura e identidad indígena, han venido desarrollando materiales educativos digitales, para apoyar la educación propia mediante el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas. Revisando los pocos materiales realizados se pudo apreciar que:

- No cuentan con una guía para su desarrollo, no existe un método que garantice la calidad del proceso de su producción.
- La producción de los materiales ha sido muy aislada y en la mayoría son desconocidos por la comunidad, lo cual no hace posible su reutilización.
- No se tiene en cuenta características como: reutilización y durabilidad, por el desconocimiento de los mismos conceptos.
- No se han tenido en cuenta criterios pedagógicos para su construcción.
- Muchos de ellos no son usables para los usuarios. En algunos materiales el uso de multimedia y elementos interactivos es poco.

Del mismo modo, se realizó un estudio de la infraestructura computacional donde se pudo observar que estaba siendo subutilizada por la comunidad en general, ver Anexo A.

Como se puede apreciar la inversión económica en la edición de los materiales, el desaprovechamiento de los recursos computacionales y la falta de reutilización de contenidos son algunas de las problemáticas que se pueden solucionar con la producción adecuada de Objetos de Aprendizaje, de ahora en adelante OA, los cuales se definen como: "una entidad informativa digital creada para la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, que cobra sentido en función del sujeto que lo usa"<sup>1</sup>, su utilización a nivel mundial y nacional es cada vez mayor, pues se considera que los OA permiten el aprendizaje significativo con el uso de una metodología dinámica, probando que esta forma de enseñanza es más eficiente que sin recursos multimediales [3].

Con el Programa de Educación Yanakona y los autores de este proyecto se realizaron reuniones, donde se analizaron iniciativas para el desarrollo de OA, concluyendo que no existía una propuesta para el desarrollo de OA, que considerara las características educativas, organizativas y sociales de la comunidad yanakona, para el fortalecer el Sistema Educativo Propio (SEP) por medio de la utilización de las TIC; además, dichas iniciativas no tienen en cuenta la usabilidad y el diseño centrado en el usuario, como elementos primordiales durante todo el proceso de construcción de un objeto de aprendizaje, pues se limitan a evaluar la usabilidad al final del desarrollo del objeto, y el usuario solo participa al inicio del proceso en la captura de requerimientos y al final, en las pruebas del objeto de aprendizaje.

Por lo anterior, se planteó como trabajo de grado el Modelo de Desarrollo de Objetos de Aprendizaje usados en Ambientes Virtuales para la Comunidad Indígena Yanakona del Macizo Andino Colombiano - MYNDOVA, pues se considera que los OA son una opción para plasmar y dar a conocer gran parte de las investigaciones de la comunidad yanakona. Por lo tanto, la definición de fases, actores, roles y demás temas relacionados con un modelo de desarrollo de OA, que tenga en cuenta los aspectos generales de la educación indígena, y se concentre en el fortalecimiento del SEP del pueblo yanakona desde la perspectiva tecnológica, se constituye en el tema central de este estudio, respondiendo a los siguientes interrogantes: ¿Cómo unificar adecuadamente la tecnología con los procesos pedagógicos yanakonas, para lograr un aprendizaje y enseñanza de contenidos que permitan el fortalecimiento de la identidad y la cultura? ¿Qué aspectos culturales, pedagógicos y tecnológicos se deben considerar al momento de realizar OA, para que los contenidos respondan a necesidades específicas de la comunidad? ¿Cuál sería el proceso más adecuado para el desarrollo de OA y qué actores deberían participar para que dichos contenidos digitales respondan al Sistema Educativo Propio Yanakona y permitan contribuir a la consolidación de la educación indígena y no a su entorpecimiento? ¿Qué tipos de contenidos multimediales son los más adecuados para ellos?

Es importante tener en cuenta que para dar respuestas a cada uno de los interrogantes, se adelantó un trabajo multidisciplinario con el fin de obtener una aproximación de los aspectos culturales del pueblo yanakona, que permitieran conducir a una solución acertada, y no al perjuicio de la comunidad. Del mismo modo cabe resaltar que para diseñar un modelo de desarrollo de OA para la comunidad indígena, se tuvo en cuenta que en la educación indígena los actores directamente involucrados no son solo los docentes y estudiantes, ni tampoco el único lugar de

---

<sup>1</sup> Comisión Académica de Objetos de Aprendizaje del CUDI. Disponible en: <http://www.cudi.edu.mx/> Visitada Abril 2008.

enseñanza son los centros educativos, pues toda la comunidad puede asumir los roles de educadores y educandos en diferentes escenarios [4].

Además el modelo propuesto busca orientar a los ingenieros de sistemas en la producción de objetos de aprendizaje, guiándolos en un proceso que ha tenido en cuenta: el diseño centrado en el usuario, algunos estándares como el ISO/IEC 13407 y 12207, la usabilidad y la ingeniería del software, con el fin de generar objetos que satisfagan las necesidades de la comunidad; del mismo modo el desarrollo de este proyecto pretende servir de referencia para próximos trabajos de ingeniería y de otras áreas del conocimiento, que deseen plantear nuevas investigaciones dentro de pueblos indígenas, apoyando la labor social de la Universidad del Cauca, y por ende el desarrollo de la región. A continuación se describen cada uno de los capítulos que componen esta monografía:

**Capítulo I. Introducción.** En este capítulo se hace una introducción al concepto y contexto de los OA y se explica las razones que justifican su investigación en el ámbito de la cultura indígena yanakona.

**Capítulo II. Base Conceptual.** Este capítulo presenta los fundamentos teóricos utilizados en el desarrollo de este trabajo de grado relacionados con: la comunidad indígena Yanakona, los OA y sus características, metodologías y modelos de desarrollo de objetos de aprendizaje, ingeniería de la usabilidad, diseño centrado en el usuario, estándares y especificaciones de metadatos y empaquetamiento de objetos de aprendizaje, conceptos de entorno Virtual de Enseñanza/Aprendizaje (EVE/A) y Sistemas Gestor de Aprendizaje (LMS).

**Capítulo III. Modelo de desarrollo de objetos de aprendizaje usados en ambientes virtuales para la comunidad indígena Yanakona del Macizo Andino Colombiano – MYNDOVA.** En este capítulo se presenta el modelo MYNDOVA y se describen aspectos del modelo tales como: metodología de construcción, ciclo de vida, estrategia pedagógica, características, actores, roles y la descripción general de las fases o momentos.

**Capítulo VI. Selección de un entorno virtual de aprendizaje para la comunidad indígena Yanakona.** Este capítulo presenta el estudio de diferentes LMS (Learning Management System) y el proceso de selección de uno de ellos, como Entorno Virtual de Enseñanza/Aprendizaje (EVE/A) para la comunidad indígena Yanakona.

**Capítulo V. Lineamientos para el desarrollo de objetos de aprendizaje para la comunidad indígena Yanakona.** En este capítulo se propone un conjunto de lineamientos para la construcción y diseño de objetos de aprendizaje, para la comunidad indígena Yanakona, dichos lineamientos no dejan de ser una guía para el desarrollo de otras aplicaciones software y/o materiales educativos diseñados para la comunidad mencionada o contextos similares.

**Capítulo VI. Caso de Estudio.** El capítulo expone el proceso de aplicación del modelo MYNDOVA en un caso de estudio y muestra los resultados obtenidos al finalizar la aplicación del mismo.

**Capítulo VII. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.** En este capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas al finalizar este trabajo de grado y se presentan los trabajos futuros relacionados con la continuidad del proyecto.

## **2. BASE CONCEPTUAL**

En este capítulo se presenta la base conceptual que soportó el proceso de desarrollo del presente proyecto. La base conceptual se ha elaborado a través de una exploración bibliográfica utilizando el modelo de investigación documental para el profesional de ingeniería [5] y se ha organizado de la siguiente manera:

La primera sección presenta una breve contextualización de la comunidad Yanakona, la segunda sección parte de la conceptualización inicial de OA y sus características. La tercera sección presenta una revisión de trabajos realizados en cuanto a metodologías y modelos de desarrollo de OA, efectuados por diferentes entes educativos.

En la cuarta sección se detalla la información referente a la ingeniería de la usabilidad y el diseño centrado en el usuario, los cuales son base fundamental del modelo MYNDOVA. En la quinta sección se describen el modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad - MPlu+a [6], el marco de integración de la usabilidad en el proceso de la ingeniería del software [7]. En la sexta sección se muestran los estándares y especificaciones de metadatos y empaquetamiento de OA, utilizados en el desarrollo del proyecto. En la sección final se exponen los conceptos de entorno Virtual de Enseñanza/Aprendizaje (EVE/A) y Sistemas Gestor de Aprendizaje (LMS).

### **2.1 COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA**

Las poblaciones indígenas son consideradas un sector social particular, describir las condiciones sociales, culturales y demográficas del pueblo yanakona es un trabajo complejo y requiere de la agrupación de datos de diferentes instituciones y documentos como los censos, donde se manejan estadísticas de la población indígena en Colombia y el Cauca. En esta sección se presentan aproximaciones generales de los aspectos culturales, demográficos y sociales de la población amerindia colombiana, en especial del pueblo yanakona, para contextualizar al lector sobre el ámbito en el que se concentra el presente trabajo. En el Anexo B se describe más ampliamente dicha información.

#### **2.1.1 Población indígena en América Latina.**

América Latina se caracteriza por ser una región pluriétnica y pluricultural, en la actualidad existen 671 pueblos indígenas reconocidos por los estados, más de la mitad de ellos asentados en zonas de bosques tropicales. Las grandes mayorías demográficas se ubican en los países andinos y mesoamericanos [8]. Sobre la base de la información recopilada en los censos de 2000, se estima que la población indígena de América Latina supera los 30 millones de personas y se caracteriza por una importante diversidad con respecto a su volumen y peso demográfico en cada país, diversidad que se extiende a todos los pueblos [8].

Perú, México, Bolivia y Guatemala son los países que tienen más población indígena, de 4,6 a 8,5 millones de personas. En segundo lugar se encuentran los países cuya población indígena fluctúa entre 500.000 y un millón de personas (Colombia, Ecuador, Brasil, Chile y la República Bolivariana de Venezuela). Por último, se encuentran los países en los que no supera las 500.000 (Nicaragua, Honduras, Argentina, El Salvador, Panamá, Paraguay, Costa Rica y Uruguay). Desde el punto de vista de su peso relativo, en Bolivia, Guatemala y Perú representa un 62%, un 41% y un 32%, respectivamente. En el resto de los países de la región, la población indígena no superaría el 10% [8].

### **2.1.2 Población indígena en Colombia y el departamento del Cauca**

En la Tabla 7 presentada en el Anexo C, se muestra una comparación de la población indígena estimada respecto al total de la población de cada país en América. En dicha tabla es posible observar que Colombia se ubica entre los 10 países con mayor volumen de población indígena, como lo demuestra el censo del año 2005 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) del cual se obtienen las siguientes cifras [9].

- En el país existen 84 etnias o pueblos indígenas que cuentan con una población de 1.378.884 personas los cuales representan el 3,3% del total nacional. (78%).
- En los 32 departamentos del país se encuentra ubicada población indígena, aunque en 25 de ellos se presenta una clara presencia de comunidades que habitan en su mayoría en resguardos<sup>2</sup> (707), en 214 municipios y en 12 corregimientos departamentales.
- Esta población se concentra principalmente en los departamentos de la Guajira, Cauca, Nariño y Córdoba (60% de los indígenas de Colombia). Por su parte, los departamentos en los cuales la población indígena representa un alto porcentaje del total de su población son Guainía (61,5%), Vaupés (58,1%), la Guajira (42,4%), Amazonas (39,8%) y Vichada (39,6%).

Estos pueblos poseen manifestaciones culturales variadas, relacionadas con las características lingüísticas, organización social y política, relaciones económicas y de producción, y manejo e interacción con el ambiente [9]. En el mismo censo también se demuestra que el departamento del Cauca es el segundo con mayor población indígena del país, superado por el departamento de la Guajira. La comunidad indígena Yanakona representan aproximadamente el 3% de la población indígena nacional como se puede apreciar en la Tabla 8 presentada en el Anexo C, siendo considerados el segundo pueblo indígena con mayor población después del pueblo Nasa en todo el departamento del Cauca [9]. A continuación se presenta una breve descripción de la comunidad indígena Yanakona.

### **2.1.3 Comunidad indígena Yanakona**

La comunidad indígena Yanakona, que habita en los Andes del suroccidente de Colombia, surgen como grupo étnico diferenciado a fines de la década del ochenta. Su presencia en este escenario social es el resultado de un proceso de reindigenización que condujo a la población de los

---

<sup>2</sup> Un resguardo es considerado el territorio indígena delimitado por un título de colectividad donde se desarrolla una comunidad o parcialidad indígena [2].

resguardos<sup>3</sup> del Macizo a identificarse como yanakonas, estableciendo vínculos histórico-culturales con la antigua sociedad Inca [10].

El vocablo yanakona en lengua Quechua significa “serviciales en tiempo de la oscuridad”, su población es de aproximadamente 45.126 habitantes [11]. Respecto a su lenguaje ellos hablan Español, pero hoy en día se está recuperando muchas palabras en lengua Quechua perdidas a través de la historia. El pueblo yanakona ha tenido como espacio el Macizo colombiano en los departamentos de Cauca y Huila, pero por factores externos, el territorio ha sufrido cambios que van desde la pérdida de algunos resguardos, pasando por la división de otros, donde aún hay manejo tradicional, llegando hasta el reconocimiento de territorios e identificación de los títulos que por lo general son de origen [12].

Existen tres formas de territorio yanakona: los resguardos existentes con todas las formalidades legales, los cabildos y los cabildos urbanos. En la Tabla 5 del Anexo B se muestran las comunidades que conforman el pueblo Yanakona, donde se puede apreciar que la población Yanakona se encuentra distribuida en nueve municipios del departamento del Cauca, cuatro municipios del departamento del Huila, tres municipios del departamento del Putumayo y en las ciudades de Cali, Popayán, Armenia y Bogotá, donde preservan sus usos y costumbres a pesar de habitar en muchos casos en centros urbanos. Esta comunidad ha intentado fortalecer su identidad indígena, acudiendo a diversas actividades como encuentros para compartir información del desarrollo del plan de vida<sup>4</sup>, intercambiar experiencias, bienes, servicios, y nuevos conocimientos, con el fin de reconstruir su memoria cultural y tejido social [13].

Para la comunidad yanakona, como para cualquier comunidad indígena, el plan de vida juega un papel primordial y es considerado una estrategia para garantizar tanto en el presente como en el futuro los derechos humanos y la vida de un pueblo, tiene como objetivo buscar la permanencia del pueblo con todas sus características sociales, económicas, políticas, culturales y míticas en un marco de relación intercultural con las demás comunidades y culturas existentes. En el plan de vida se construyó el concepto de “casa yanakona” como elemento pedagógico [11], la cual se describe ampliamente en el apartado 5 del Anexo B.

#### **2.1.4 La educación en el pueblo yanakona**

Colombia según la Constitución Política Nacional en los artículos 7, 10 y 68 es un país multicultural y pluriétnico, por ello la educación en todo el territorio tiene la misma connotación, en la cual se debe garantizar el fortalecimiento de las lenguas de los grupos étnicos dentro de los territorios y establecer el derecho que se tiene a una formación bilingüe que respete y desarrolle la identidad cultural [14].

En el pueblo yanakona no solo se recibe una educación para el trabajo tal como pretenden imponer las políticas externas y hegemónicas, sino que se imparte una educación para convivir en relación con el otro, respetando la diferencia y por consiguiente, permitiendo fortalecer su forma de sentir, ver, pensar y actuar coherentemente en la diversidad, logrando así establecer un proyecto de vida colectivo [15]. Es de anotar que la educación siempre ha estado presente como eje

---

<sup>3</sup> Un resguardo es considerado el territorio indígena delimitado por un título de colectividad donde se desarrolla una comunidad o parcialidad indígena [2].

<sup>4</sup> Pensamiento que tiene cada comunidad hacia el futuro para subsistir como tal.

fundamental en el proceso político organizativo e histórico cultural del pueblo yanakona, por tratarse de un proceso significativo de la reconstrucción de un proceso regional y cultural que se da a través de la educación [16]. Actualmente esta comunidad no cuenta con un modelo pedagógico definido, por lo cual se está realizando una investigación, sobre el estado del arte de las prácticas pedagógicas que permitan recuperar conocimientos ancestrales que han desaparecido y son importantes para la formación del ser yanakona [12].

El proceso educativo yanakona es liderado por el Programa de Educación Yanakona, el cual está conformado por un grupo interdisciplinar de profesionales, que busca crear sistemas de producción de conocimiento y construcción de territorios pedagógicos, diseñar el plan educativo (currículo y plan de estudios), mediante proyectos multidisciplinarios de acuerdo a la cosmovisión, usos y costumbres y además consolidar el Sistema Educativo Propio Intercultural Yanakona (SEPIY), para mayor información consultar la sección 6 del Anexo B.

## 2.2 OBJETOS DE APRENDIZAJE.

Es prudente reconocer la manera cómo algunas organizaciones reconocidas definen los OA en aras de identificar la manera cómo se conoce este concepto en el medio educativo internacional [17], a continuación se presentan las definiciones más relevantes de OA:

David Wiley, uno de los mayores precursores de los OA, los define como “pequeños (comparados con el tamaño de un curso) componentes instruccionales que pueden ser reutilizados en diferentes contextos de aprendizaje” [18]. De igual forma, para la IEEE<sup>5</sup> “un objeto de aprendizaje es cualquier entidad digital o no digital que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante los procesos de aprendizaje soportados por tecnologías de información y comunicación” [19]. Del mismo modo el Ministerio de Educación Nacional de Colombia define los OA como: “Recursos digitales que pueden ser reutilizados en diferentes contextos educativos”. El portal Colombia Aprende<sup>6</sup> los define como: “todo material estructurado de una forma significativa, asociado a un propósito educativo y que corresponda a un recurso de carácter digital que pueda ser distribuido y consultado a través de Internet” [20].

Para el desarrollo de este trabajo de grado se ha decidido tomar la definición de la Comisión Académica de Objetos de Aprendizaje (CUDI) la cual define los OA como: una entidad informativa digital creada para la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, que cobra sentido en función de las necesidades del sujeto que lo usa<sup>7</sup>.

Las anteriores definiciones coinciden en que los OA, son recursos compuestos por dos partes primordiales: un contenido digital y el componente pedagógico, además son reutilizables y se pueden compartir a través de Internet para ser utilizados al mismo tiempo por diferentes personas, sin necesidad de realizar copias al ser transferidos. Estas características los diferencian de los medios tradicionales de instrucción, como los materiales magnéticos de vídeo y sonido, para poder reutilizarlos es necesario hacer copias que implican inversiones de dinero.

---

<sup>5</sup> Institute of Electrical and Electronics (IEEE).

<sup>6</sup> <http://www.colombiaprende.org.co>

<sup>7</sup> Definición propuesta por la Comisión Académica de Objetos de Aprendizaje (CUDI), julio 2002. <http://www.cudi.edu.mx/>

Finalmente para el Programa de Educación Yanakona, los OA son: una mediación en los procesos de re-contextualización de saberes y conocimientos, los cuales se orientan por la construcción de los territorios políticos, económicos, sociales, culturales, ambientales e interculturales en el pueblo yanakona, en este sentido su orientación se descentra de los procesos de enseñanza aprendizaje y se concentra en la construcción de procesos de investigación comunitaria [21].

### 2.2.1 Características de los objetos de aprendizaje

Para describir las características de los OA, se han considerando los aspectos técnicos y pedagógicos. Según estudios realizados por Lorenzo Gracia Aretio, en el artículo “objetos de aprendizaje. Características y repositorios” [22], las características de un OA son:

- Reutilización: capacidad para ser usado en contextos y propósitos educativos diferentes y para adaptarse y combinarse dentro de nuevas secuencias formativas.
- Interoperatividad: facilidad de integración en estructuras y sistemas (plataformas) diferentes.
- Accesibilidad: capacidad para ser identificados, buscados y encontrados. Gracias al correspondiente etiquetado a través de diversos descriptores (metadatos) que permiten la catalogación y almacenamiento en el correspondiente repositorio.
- Educatividad: con capacidad para generar aprendizaje.
- Durabilidad: vigencia de la información de los OA sin necesidad de nuevos diseños.
- Generatividad: capacidad para construir contenidos y objetos nuevos derivados de él, ser actualizados o modificados aumentando sus potencialidades.
- Flexibilidad, versatilidad y funcionalidad: facilidad para combinarse en diversas propuestas de áreas de saber diferentes.

Además de las anteriores características se pueden mencionar las siguientes:

- Autocontenible: por si solo debe ser capaz de dar cumplimiento al objetivo propuesto. Solamente puede incorporar vínculos hacia documentos digitales que profundizan y/o complementan algunos conceptos del contenido [23].
- Facilidad de acceso y manejo: la misma estructura de respaldo deberá facilitar a los estudiantes el acceso al objeto así como el manejo de éste en el aprendizaje [23].

### 2.2.2 Estructura de los objetos de aprendizaje

En la mayoría de la bibliografía consultada, un OA está integrado por los componentes que se muestra en la Figura 1 y se mencionan a continuación [24].



Figura 1. Estructura general de un OA [24].

- Objetivo de aprendizaje: este se redacta en términos de la competencia que se quiere generar por parte del alumno, al finalizar la interacción con el OA.
- Contenido informativo: es el texto, imágenes, vídeos que brindarán al estudiante la información necesaria para adquirir la competencia.
- Actividades de aprendizaje: serán de tipo particular, de acuerdo a cada una de las disciplinas en las que se adquirirá dicha competencia.
- Evaluación: se realiza un examen, por medio del cual se evalúa la competencia adquirida al utilizar el OA.
- Metadato: es la etiqueta donde se encuentran las características generales del OA, este facilitará su búsqueda en un repositorio de OA.

Para el desarrollo de este trabajo de grado se ha decidido plantear una estructura opcional de un OA, de acuerdo a las características educativas de la comunidad indígena Yanakona, por lo cual, la estructura de un OA presentada en la Figura 1, se ha adaptado como se muestra a continuación:



**Figura 2.** Estructura de un OA para la comunidad indígena Yanakona

- Objetivos de aprendizaje: expresan de manera clara los conocimientos que el usuario adquiere al explorar el OA.
- Contenido: son todas las imágenes, vídeos, textos y demás recursos digitales, que brindan al usuario yanakona la información necesaria para apropiarse del tema o temas propuestos en el OA.
- Actividad de investigación: en esta parte se han fusionado las actividades de aprendizaje y evaluación que se plantean comúnmente en los OA, para ofrecer la actividad de investigación, pues en la educación de la comunidad Yanakona la evaluación se debe realizar mediante el planteamiento de actividades, que lleven a la investigación y a la práctica de los procesos de la comunidad.
- Metadato: es la información del OA, que facilita su búsqueda y reutilización en diferentes escenarios. El título del OA, las palabras claves y la descripción, son ejemplo de la información de un metadato.

Cabe mencionar que cualquiera de las dos estructuras planteadas son válidas en el modelo MYNDOVA, siempre y cuando la evaluación, actividades de aprendizaje o investigación, motiven al individuo yanakona a la investigación, la apropiación del conocimiento y su práctica en la comunidad.

## **2.3 REVISIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS REFERENTES A MODELOS Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DE OA**

Dentro de la bibliografía relacionada con el desarrollo de OA no se encontró referencias orientadas al desarrollo de contenidos para comunidades indígenas, por tal motivo, se investigaron y analizaron otros modelos y metodologías consideradas importantes para el desarrollo de este proyecto, por ofrecen un punto de referencia respecto a la organización y construcción de objetos de aprendizaje. A continuación se presenta de forma breve el modelo y las metodologías analizadas. En el Anexo D se expone una tabla comparativa de cada uno de los estudios donde se describen más ampliamente.

**2.3.1 Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: MIDOA [25]:** Este proyecto fue desarrollado por docentes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA, México), forma parte de una investigación para la obtención de grado de doctor, donde se pretende crear un modelo para el proceso de diseño de OA con base en procesos y ciclos de vida de ingeniería de software, que integre los aspectos pedagógicos e instruccionales del proceso de enseñanza-aprendizaje orientado en competencias académicas.

**2.3.2 Metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje usando Patrones [24].** Esta metodología tiene en cuenta otras propuestas y las mejora en el sentido de uso de patrones, además no se considera solo importante la producción de OA, sino también la motivación de la comunidad educativa para que haga uso de los mismos.

**2.3.3 Metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje mediante el uso de la cartografía conceptual y células de desarrollo multidisciplinario y multimedia [26].** Este trabajo propone una metodología para el desarrollo de OA mediante una estrategia pedagógica con un grado de granularidad basado en conceptos (cartografía conceptual), aplicable a la formación de competencias, con equipos multidisciplinarios de producción en diferentes áreas de aplicación y conocimiento en la Universidad Veracruzana en México, para los programas de licenciatura en Artes y Diplomado en enseñanza superior en su modalidades a distancia y mixto.

La aplicación de los anteriores modelos se llevó a cabo dentro de la Academia de Tecnologías Ingeniería de Software y de objetos de aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes de México, con lo cual se planeó mejorar el proceso de producción masivo de OA en gran medida, garantizar la reducción de las revisiones, el aumento de la calidad y el control del proceso de desarrollo, que se había realizado de manera no controlada.

**2.3.4 Learning Objects Construction Methodology: LOCoMe [27].** Este proyecto fue realizado en la Universidad Central de Venezuela. LOCoMe nace de la necesidad de crear una metodología robusta de construcción de OA, basada en estándares y la metodología Rational Unified Process (RUP), para proveer los mecanismos necesarios y dotar los niveles idóneos de calidad sistémica al producto obtenido. Consta de cuatro fases iterativas.

Cada uno de los anteriores estudios fueron analizados por los desarrolladores de este proyecto junto con el Programa de Educación Yanakona, dicho análisis permitió definir características a tenerse en cuenta para la construcción del modelo MYNDOVA, tales como: metodologías de

desarrollo de software, ciclo de vida del modelo, objetivos, fases, actividades, roles y usuarios objetivos etc.

En la Tabla 1, se presenta el análisis realizado de cada una de las características de los estudios referenciados, en dicha tabla el color verde representa los aspectos más significativos para la construcción del modelo MYNDOVA, el color naranja indica los menos significativos y el color rojo representa los aspectos descartados para la construcción del modelo, por considerarse poco relacionados con las características de la comunidad indígena Yanakona. También se puede apreciar que el Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje y Metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje mediante el uso de la cartografía conceptual y células de desarrollo multidisciplinario y multimedia, son los estudios más influyentes en la creación del modelo MYNDOVA, pues de ellos se tomaron diferentes aspectos relacionados con las fases de desarrollo y roles propuestos.

Metodología	Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: MIDOA [25]	LOCOME: LOCoMe (Learning Objects Construction Methodology). Metodología de Construcción de Objetos de Aprendizaje [27]	Metodología para el desarrollo de objetos de aprendizaje usando patrones [24]	Metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje mediante el uso de la cartografía conceptual y células de desarrollo multidisciplinario y multimedia [26]				
Fases del modelo o metodología	Análisis.		Análisis.		Análisis y obtención.		Análisis y selección del concepto.	
	Diseño.		Diseño conceptual.		Diseño.		Preproducción	
	Desarrollo.		Construcción.		Evaluación.		Producción	
	Evaluación.		Evaluación pedagógica.		Implantación.		Postproducción	
	Utilización.				Seguimiento del conocimiento.		Evaluación de los OA.	
							Etiquetación y empaquetamiento	
Roles	Pedagogo		No se especifican	No se especifican	Coordinador			
	Analista				Diseñador instruccional			
	Diseñador				Diseñador gráfico			
	Autor				Diseñador informático			
	Desarrollador				Editor de medios			
	Usuario				Diseñador de textos			
	Evaluador				Expertos en contenidos			
Metodologías de ingeniería del Sw			No se especifican	No se especifican				

<b>Aspectos Pedagógicos</b>	●	●	●	●
<b>Usuarios objetivo</b>	●	●	●	●

**Tabla 1.** Análisis de modelos y metodologías referenciados para la construcción del modelo MYNDOVA.

## 2.4 INGENIERÍA DE LA USABILIDAD Y DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO (DCU)

Antes de hablar sobre la ingeniería de la usabilidad es fundamental exponer el concepto de usabilidad y sus características, la cual juega un papel primordial en el desarrollo del modelo MYNDOVA.

**2.4.1 Usabilidad.** Para que un sistema interactivo cumpla sus objetivos tiene que ser usable y además, debido a la generalización del uso de los ordenadores, accesible a la mayor parte de la población humana. La utilidad de un sistema, como medio para conseguir un objetivo, tiene un componente de funcionalidad, llamada utilidad funcional, y otra basada en el modo en que los usuarios pueden usar dicha funcionalidad. La usabilidad se puede definir como la medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado [28].

El establecimiento de unos principios de diseño en ingeniería basados en la usabilidad han tenido como consecuencia probada [6]:

- Reducción de los costes de producción.
- Reducción de los costes de mantenimiento y apoyo.
- Reducción de los costes de uso.
- Una mejora en la calidad del producto.

**2.4.1.1 Principios de la usabilidad.** En esta sección se presentan los principios generales aplicables a un sistema interactivo para mejorar la usabilidad [29]:

- **Facilidad de aprendizaje:** principio que hace referencia a la necesidad de minimizar el tiempo necesario requerido desde el no conocimiento de una aplicación a su uso productivo.
- **Sintetizabilidad:** el usuario tiene que poder evaluar el efecto de operaciones anteriores en el estado actual, es decir, cuando una operación cambia algún aspecto del estado anterior, es importante que el cambio sea captado por el usuario.
- **Familiaridad:** los nuevos usuarios de un sistema poseen una amplia experiencia interactiva con otros sistemas. Esta experiencia se obtiene mediante la interacción en el mundo real y la interacción con otros sistemas informáticos. La familiaridad de un sistema es la correlación que existe entre los conocimientos que posee el usuario y los conocimientos requeridos para la interacción en un sistema nuevo.
- **Consistencia:** este es un concepto clave en la usabilidad de un sistema informático, pues se considera que un sistema es consistente si todos los mecanismos que se utilizan son siempre

usados de la misma manera, siempre que se utilicen y sea cual sea el momento en el que se haga.

- **Flexibilidad:** esta característica hace referencia a la multiplicidad de maneras donde el usuario y el sistema intercambian información. Se aporta flexibilidad a un sistema proporcionando control al usuario, posibilidad de migración de tareas, capacidad de sustitución y adaptabilidad.
- **Recuperabilidad:** grado de facilidad que una aplicación permite al usuario para corregir una acción una vez está reconocido un error.
- **Tiempo de respuesta:** se define generalmente como el tiempo que necesita el sistema para expresar los cambios de estado del usuario. Esta característica es de difícil parametrización debido a la enorme diversidad de velocidades computacionales de los distintos dispositivos y velocidades de transmisión de datos. A pesar de estas connotaciones tecnológicas, es importante hacer consideraciones acerca de intentar que los tiempos de respuesta sean soportables para el usuario.
- **Adecuación de tareas:** los servicios que el sistema proporciona deben soportar todas las tareas del usuario, que deben estar adaptadas al modelo mental de éste y no al del desarrollador.
- **Disminución de la carga cognitiva:** los aspectos cognitivos proporcionan la necesidad que tienen los usuarios de confiar más en los reconocimientos que en los recuerdos (no tienen que recordar abreviaciones y códigos muy complicados). Este aspecto condicionará enormemente la disposición y el diseño de los distintos elementos interactivos que aparecerán en la interfaz.

**2.4.2 Ingeniería de la usabilidad.** La ingeniería de la usabilidad es una metodología que proporciona la manera de proceder organizadamente para poder conseguir usabilidad durante el desarrollo de un producto interactivo. Se trata de una materia multidisciplinar que tiene sus raíces en otras disciplinas básicas: psicología cognitiva, psicología experimental, etnografía e ingeniería del software [6].

La ingeniería del software es una aproximación al desarrollo del software que engloba la definición de requisitos de la aplicación, la definición de objetivos y el diseño/testeo. Este proceso suele realizarse en ciclos iterativos –aunque no siempre es así– hasta conseguir las metas marcadas. La ingeniería de la usabilidad utiliza los componentes generales de la ingeniería del software proporcionando un proceso para el diseño y desarrollo de sistemas interactivos que sean usables., por ello, aplicar métodos sin seguir unas líneas de trabajo perfectamente definidas y bien organizadas suele llevar al fracaso [6].

**2.4.3 Diseño centrado en el usuario.** El diseño de sistemas interactivos implica realizar un diseño pensando en el usuario, centrando el sistema de desarrollo en él e implicarlo tanto como sea posible, hasta pensar en incluir usuarios en el equipo de diseño. Actualmente es fácil encontrar implantaciones de sistemas de información en que los usuarios están totalmente integrados dentro del equipo de diseño. Por ejemplo, los ya muy conocidos Enterprise Resource Planning (ERP) o sistemas de planeación de recursos empresariales, cuando se adaptan a una empresa suelen necesitar de la interacción con los usuarios finales de la aplicación [6].

El estándar ISO/IEC 13407 [30] describe el diseño centrado en el usuario como una actividad multidisciplinar que incorpora factores humanos, técnicas y conocimientos ergonómicos, con el fin de conseguir efectividad, eficiencia, y mejorar las condiciones de trabajo para las personas [30],

además, dicho estándar plantea fundamentos, principios, planeación y actividades del diseño centrado en el usuario.

El diseño centrado en el usuario se enfoca especialmente en la detección temprana de los errores, puntos críticos a resolver y los problemas potenciales que pueden aparecer en un proyecto. De este modo, se pueden resolver problemas antes de que surjan o incluso, modificar las condiciones que iban a provocar su aparición. Para quienes han trabajado en proyectos de software de gran envergadura está demostrado que los cambios en fases tardías del desarrollo de un proyecto representan costos mucho más elevados que los realizados en las fases iniciales [31]. Un diseño centrado en el usuario debe tener las siguientes características [32]:

- Implicar a usuarios al máximo posible de forma que puedan influir en el diseño.
- Integrar el conocimiento y la experiencia de las distintas disciplinas que contribuyen al diseño de la interacción persona ordenador.
- Ser altamente iterativo de forma que se puedan realizar pruebas para comprobar que el diseño verdaderamente cumpla con los requisitos del usuario.

Con la aplicación del diseño centrado en el usuario se logra [33]:

- Un software más fácil de usar y entender.
- Mejorar la calidad de vida de los usuarios e incrementar la satisfacción.
- Incrementar la productividad y eficacia operacional de los usuarios y por lo tanto los de la organización.
- Identificar problemas en un estado en el cual aún es barato y posible hacer cambios.

Es posible que una misma persona represente varias áreas, pero algo importante a considerar es que el diseñador nunca puede representar al usuario, a menos que el diseño sea desarrollado para su uso personal [33].

#### **2.4.4 Estándares referentes a usabilidad y Diseño Centrado en el Usuario (DCU)**

En esta sección se presentan algunos estándares que permiten ampliar y soportar los conceptos de la usabilidad y el diseño centrado en el usuario, los cuales son ejes fundamentales del modelo MYNDOVA y de los lineamientos para el desarrollo de OA para la comunidad indígena Yanakona.

**2.4.4.1 Estándar ISO/IEC 13407 [30]** Diseño de procesos centrados en el usuario para sistemas interactivos, (Human-Centred Design Processes for Interactive Systems), aprobado en 1999, es un modelo de referencia general de los procesos de desarrollo centrados en el humano para sistemas interactivos, describe cómo un proceso de DCU puede ser usado para conseguir sistemas usables y ofrece un marco de trabajo para aplicar las técnicas en el diseño y la evaluación del DCU [30]. El estándar 13407 se compone de cuatro secciones: fundamentos, principios, planeación y actividades de DCU, los cuales se describen a continuación [6], [34]:

- **Fundamentos de DCU.** Dentro de esta sección el estándar determina que el proceso DCU contribuye a los siguientes objetivos:
  - Obtener sistemas más fáciles de entender y usar.

- Incrementar la satisfacción del usuario, reduciendo estrés y molestias.
  - Mejorar la productividad de los usuarios y la eficiencia operativa de las organizaciones.
  - Mejorar la calidad del producto, favorecer la construcción de un producto atractivo para los usuarios y proporcionar una ventaja competitiva.
- **Principios de DCU.** Los principios establecen las bases en que se desarrolla el proceso:
    - La participación activa de los usuarios y una clara comprensión de requerimientos de usuarios y tareas. Una apropiada asignación de funciones entre usuario y sistema. Iteración de las soluciones de diseño.
    - Diseño multidisciplinario.
- **Planeación de DCU.** Dentro de esta sección el estándar determina la información que el plan de acción debe contener:
    - Las actividades a realizar en el proceso.
    - Procedimientos para integrar las actividades del proceso con otros procesos empleados en el desarrollo del sistema.
    - Los individuos en la organización responsables de las actividades DCU y sus tareas.
    - Procedimientos para la comunicación, retroalimentación y documentación de las actividades del DCU.
    - Control de tiempos.
- **Actividades de DCU.** En la Figura 6 se presentan las actividades del proceso de Diseño Centrado en el Usuario.



**Figura 3.** Interdependencia de las actividades de diseño centrado en el humano. Estándar 13407: 1999 [35].

- Entender y especificar el contexto de uso. El resultado de esta actividad deberá ser la descripción de las características relevantes de usuarios, tareas y el entorno; identificando qué aspectos tienen un impacto importante en el diseño del sistema.
- Definir los requisitos de usuario y las especificaciones. Para el DCU esta actividad debe extenderse hacia crear una clara definición de los requerimientos de usuario y organizacionales en relación con la descripción del contexto de uso. Su definición incluye:

el rango de usuarios relevantes, clara definición de los objetivos de DCU, asignación de prioridades para los diversos requerimientos y proporcionar criterios cuantificables contra los que será evaluado el diseño.

- Producir soluciones de diseño. Crear soluciones potenciales de diseño apoyándose en la experiencia y conocimiento de los participantes y el resultado del análisis del contexto de uso. Para lo cual se debe: hacer las soluciones de diseño más concretas usando simulaciones, modelos y bocetos; presentar las soluciones de diseño a usuarios, permitir o simular el desempeño de tareas, modificar el diseño en respuesta a la retroalimentación del usuario y repetir este proceso hasta que los objetivos de DCU sean alcanzados.
- Contrastar los diseños con los requisitos. El propósito de este proceso es obtener retroalimentación del diseño a través de usuarios finales y otras fuentes representativas. Esta etapa tiene las siguientes actividades: desarrollar el plan de evaluación, proporcionar retroalimentación de diseño, evaluar si los objetivos han sido alcanzados, validación de campo y monitoreo de largo plazo.

Además, se debe realizar la planeación del proceso de DCU, el cual consiste en el desarrollo de un plan para especificar la forma en que las actividades de DCU se emplean en el desarrollo del sistema.

Este estándar describe el DCU como un multi-disciplinario de actividades, que incorpora los factores humanos, ergonomía, conocimientos y técnicas con el objetivo de mejorar la eficacia y la productividad, mejorar las condiciones de trabajo humano, y contrarrestar los posibles efectos adversos de su uso en la salud humana, la seguridad y el rendimiento, además proporciona guías en actividades de diseño centradas en el humano durante el ciclo de desarrollo de sistemas interactivos [7].

**2.4.4.2 Estándar ISO/IEC 12207 [36].** Este estándar ofrece un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software, con una terminología bien definida a la que puede hacer referencia la industria del software. Agrupa las actividades que se pueden llevar a cabo durante el ciclo de vida del software en cinco procesos principales, ocho procesos de apoyo y cuatro procesos organizativos. Cada proceso del ciclo de vida está dividido en un conjunto de actividades; y cada actividad se sub-divide a su vez en un conjunto de tareas.

Una organización dependiendo de sus necesidades, puede seleccionar un subconjunto apropiado para satisfacer dichas necesidades, así pues los procesos pueden ser adaptados a una organización, proyecto o aplicación concreta. El estándar también incluye un proceso que se puede emplear para definir, controlar y mejorar los procesos del ciclo de vida del software.

**2.4.4.3 Estándar ISO/IEC 9126-1:2001 [37].** Este estándar hace parte del estándar internacional ISO/IEC 9126 (*Software engineering - Product quality*), corresponde a la parte 1: Calidad del modelo, establece una diferencia entre usabilidad y calidad de uso. En este documento usabilidad se refiere a:

*“La capacidad del producto de software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo al usuario cuando es utilizado en condiciones específicas.”<sup>5</sup>*

La usabilidad forma parte de una serie de características internas y externas que dan lugar a que un producto tenga calidad. Las características que en combinación determinan una calidad de uso son: funcionalidad, confiabilidad, eficiencia, capacidad de mantenimiento, portabilidad y usabilidad.

Este estándar entrega un marco general para la evaluación de la calidad del software, es aplicable a cualquier tipo de software, sin embargo los OA requieren de otras características como las relacionadas con aspectos pedagógicos que este estándar no tiene en cuenta.

**2.4.4.4 Estándar ISO/IEC 9241-11 [38].** Este estándar hace referencia a las guías en usabilidad y es la parte 11 del estándar 9241: Requisitos ergonómicos para el trabajo de oficina con terminales de pantalla de visualización. Este estándar establece la definición de usabilidad, relacionada con la ergonomía, la cual se presenta a continuación:

*Usabilidad: la medida con la cual un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr los objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso.*

El estándar ISO 9241-11 explica cómo identificar la información que es necesaria en el momento de especificar o evaluar la usabilidad en términos de medidas de desempeño y la satisfacción del usuario. Proporciona orientación sobre la manera de describir el contexto de utilización del producto y las medidas de usabilidad de forma explícita. Incluye una explicación de cómo la usabilidad de un producto puede ser especificada y evaluada como parte de un sistema de calidad. También explica cómo las medidas de rendimiento y la satisfacción del usuario se pueden utilizar para medir cómo el grado de cualquier componente de un sistema de trabajo afecta a la calidad del mismo [39].

En relación a las interfaces multimedia, el estándar ISO 9241-11[38] expande la definición convencional de la usabilidad vista en cinco componentes:

- La usabilidad operacional: es el sentido convencional de usabilidad que concierne al diseño de rasgos gráficos de la interfaz de usuario como menús, iconos, metáforas y la navegación hipertexto.
- La entrega de la información: constituye un interés principal para cualquier uso intensivo de la información y levanta cuestiones de selección de medios de comunicación, integración de los mismos y el diseño para la atención.
- Estudio y aprendizaje: el entrenamiento y la educación son dos mercados importantes para las tecnologías multimedia, de ahí que el aprendizaje de los productos junto con sus contenidos son atributos de calidad claves.
- Utilidad: en algunas aplicaciones este factor hace referencia a la funcionalidad que apoya las tareas del usuario, en otros la entrega de la información y el estudio, representarán el valor percibido por el usuario.
- Apariencia: sin duda alguna la capacidad de atraer, de seducir o incluso de fascinación de las interfaces multimedia es un aspecto clave de las mismas, que deben ser capaces no sólo de atraer, sino también de motivar a los usuarios y ser fáciles de utilizar y de aprender.

**2.4.4.5 Estándar ISO 14915-1:2002 [40].** Es la primera parte del estándar ISO 14915: ergonomía de software para interfaz multimedia, se establecen los principios de diseño de interfaces de usuario multimedia y proporciona un marco para el manejo de las diferentes consideraciones que participan en su diseño. Se ocupa de las interfaces de usuario para aplicaciones que incorporan, integran y sincronizan los diferentes medios de comunicación. Esto incluye los medios de

comunicación estáticos como texto, gráficos o imágenes, y los medios de comunicación dinámicos tales como audio, animación, vídeo o los medios de comunicación en relación con otras modalidades sensoriales. Las cuestiones de diseño dentro de un mismo medio (por ejemplo, el diseño gráfico de una secuencia de animación) sólo se abordan en la medida en que implica consecuencias ergonómicas para el usuario.

ISO 14915-1:2002 se aplica a aspectos relacionados con el software de interfaces de usuario multimedia y no se ocupa de las cuestiones de aplicación o de hardware. Los requisitos ergonómicos y recomendaciones descritos en la norma ISO 14915-1:2002 se pueden realizar a través de técnicas muy diferentes, por ejemplo, el sistema de prestación de servicios, un lenguaje de scripting, o de aplicación.

**2.4.4.6 Estándar ISO 14915-2:2002 [41].** Este estándar corresponde al Control y navegación en aplicaciones multimedia, ofrece recomendaciones para el control y la navegación en las aplicaciones. El control de los medios se refiere, especialmente, a las funciones de control de medios dinámicos tales como audio o vídeo. La navegación se refiere a la estructura conceptual de las aplicaciones multimedia y de las interacciones de usuario necesarias para moverse en esa estructura. También incluye recomendaciones para la búsqueda de material multimedia.

El estándar ISO 14915-2 proporciona lineamientos relacionados con la navegación y control multimedia, relacionando tres aspectos inherente en el diseño de interfaces multimedia de usuario, las cuales son:

- Diseño de contenido
- Diseño de interacción.
- Diseño de medios.

**2.4.4.7 Estándar ISO/IEC 11581-1 0.** Este estándar corresponde a los aspectos generales de los iconos, ofrece un marco de referencia para el desarrollo y aplicaciones de iconos. Está conformado por dos partes principales: la primera referente a los requisitos generales y recomendaciones para los iconos, y la segunda relacionada con las variaciones globales de las representaciones gráficas de iconos. Teniendo en cuenta la importancia de los iconos tanto para el desarrollo de los OA, como para la adaptación del LMS de la comunidad indígena Yanakona, de este estándar se referenció los requisitos y recomendaciones descritas a continuación:

#### **Requisitos**

- La aparición de un icono cuando representa un estado o modo del sistema deberá estar claramente distinguido de la representación de otro estado o modo.
- El icono deberá ser comprensible a través de cualquier cambio en su apariencia, debido a cambios en el estado o modo, en el medio ambiente para los que fue concebido.
- Al interactuar con los iconos no se deberá destruir datos sin permiso del usuario.
- El color no sólo debe servir como elemento informativo para distinguir iconos, a menos que el elemento funcional este representado por el color.
- Cuando iconos gráficos son utilizados como componentes de otros iconos, el significado transmitido por el componente deberá ser consistente donde sea usado.

## Recomendaciones

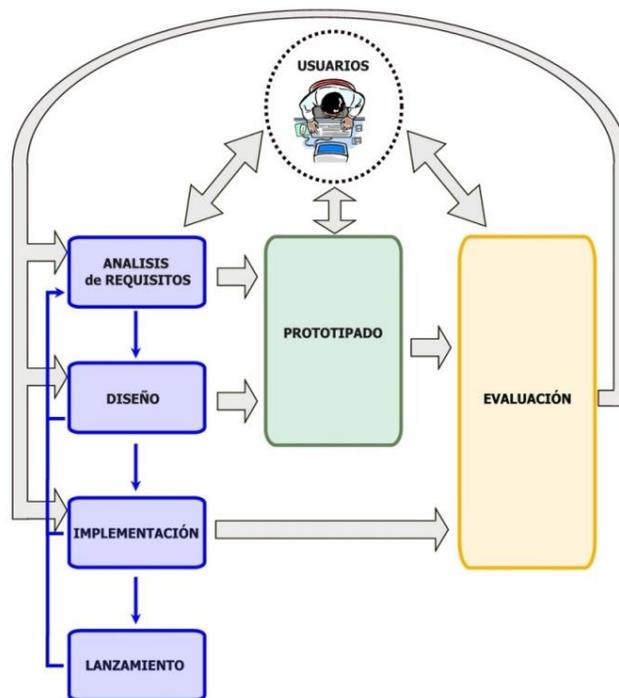
- La apariencia visual de los iconos deberá ser consistente dentro de su conjunto. Esto significa que los iconos deben ser mostrados usando estilos gráficos similares, por ejemplo, un similar grado de realismo.
- Si los iconos se presentan en diferentes tamaños sobre diferentes terminales visuales, el diseño del icono debe tener en cuenta este aspecto, para preservar la comprensión y diferenciación de los principales componentes.
- Todos los iconos deben ser comprensibles. Cuando por primera vez la comprensión no es requerimiento de usabilidad, los iconos deberían ser aprendibles y diferenciables.
- La animación no debe reducir la comprensión y reconocimiento de un icono.

## 2.5 MODELO DE PROCESO DE LA INGENIERÍA DE LA USABILIDAD Y LA ACCESIBILIDAD - MPIu+a - MARCO DE INTEGRACIÓN DE LA USABILIDAD EN EL PROCESO DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE

A continuación se presentan dos estudios relacionados con la usabilidad y la ingeniería del software, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo del modelo MYNDOVA.

### 2.5.1 Modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad - MPIu+a [6]

Este modelo fue publicado por la AIPO (Asociación Interacción Persona Ordenador), y propuesto por Jesús Lorés, Tonny Granollers y otros investigadores como guía para desarrollar un producto software.



**Figura 4.** Modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad - MPIu+a [6].

Este modelo es la base bajo la cual se sustenta gran parte del modelo MYNDOVA. El modelo MPlu+a, es tan solo uno de los modelos propuestos por autores reconocidos en la disciplina de la interacción humano computador, sin embargo, entre todas las versiones existentes hay una clara relación de consistencia, y no varían en esencia de forma relevante [31]. Es un ciclo iterativo que involucra las actividades de la ingeniería de la usabilidad enmarcándolas dentro de etapas genéricas como análisis de requisitos, diseño e implementación. Una abstracción sencilla del modelo presentado por la AIPO es la siguiente [6]:

Parte de los usuarios como centro de toda actividad, tarea y objetivo a desarrollar. De los usuarios se obtiene la información para la construcción de los requisitos, que son la base de las actividades de prototipado y de la evaluación de los prototipos construidos.

En un primer ciclo, el análisis de requisitos arroja determinados datos, a partir de los cuales se puede generar un prototipo; los desarrolladores con ayuda de los usuarios obtendrán las características básicas de diseño que debe tener ese prototipo, que a su vez es evaluado junto a los usuarios, de los resultados de dicha evaluación se genera una serie de nuevos requisitos, se plantean necesidades de diseño adicionales o de reconstrucción y desde ese momento se empieza un nuevo ciclo, realizando las tareas respectivas de cada etapa dentro de la iteración que permitirán acercarse más a los objetivos de la usabilidad del producto planteados inicialmente. Se deben realizar tantos ciclos como sean necesarios hasta llegar al punto donde un prototipo final arroja una evaluación óptima esperada y se procede a la implementación, que posteriormente se evalúa junto a los usuarios y si es exitosa pasará a la etapa de lanzamiento, sino, se debe volver a la etapa pertinente del proceso [31].

## **2.5.2 Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software [7]**

En el desarrollo de software se está incrementando el reconocimiento de la usabilidad como atributo de calidad clave para el éxito de un producto. Sin embargo, las técnicas pertenecientes al campo de la IPO (Interacción Persona-Ordenador), las cuales permiten alcanzar un nivel adecuado de usabilidad en el producto software, se aplican en el marco de métodos IPO, y no en el proceso de desarrollo habitual. Por otra parte, la construcción de software según los métodos y prácticas de la ingeniería del software no trata de forma adecuada la usabilidad a lo largo del proceso de desarrollo.

El problema que aborda el marco de integración de la usabilidad en el proceso del desarrollo software es, el cómo ayudar a los ingenieros software a seleccionar las técnicas y actividades IPO más apropiadas para integrar en su proceso de desarrollo, de modo que se trate adecuadamente la usabilidad del producto software.

El marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software, propuesto por Xavier Ferré Grau, permite al ingeniero de software acceder a una selección de las 35 técnicas IPO mejor dotadas para su integración en el proceso de una organización con escasa o nula experiencia previa en el tratamiento de la usabilidad. El único requisito para el proceso de desarrollo en el que se quiera integrar la usabilidad es que tenga un carácter iterativo. Para cada técnica se detalla su caracterización según un conjunto de criterios relevantes para el objetivo de integración, desde el punto de vista de la ingeniería del software y es una herramienta flexible que facilita la selección de

técnicas y actividades IPO a integrar en el proceso de desarrollo, dando respuesta a las posibles necesidades de un amplio abanico de organizaciones y procesos software.

De este trabajo cabe resaltar el capítulo cuatro, en el cual se detalla el estudio realizado sobre las actividades IPO presentes en un proceso centrado en el usuario, y las técnicas que se recomiendan aplicar a cada actividad. Además, el capítulo siete presenta los resultados de dicho trabajo, donde se integran las técnicas IPO a las actividades del desarrollo del software, el cual es útil en el momento de integrar la usabilidad al modelo MYNDOVA.

## **2.6 ESTÁNDARES, ESPECIFICACIONES Y NORMAS PARA LA GESTIÓN DE OA**

La reutilización de contenido entre distintos sistemas requiere que los OA estén estandarizados, por lo que, muchas organizaciones dedican sus esfuerzos al desarrollo de estándares, especificaciones y modelos de referencia que faciliten la interoperabilidad y la reutilización de OA [43].

Revisando referencias a cerca de estándares, especificaciones y normas para OA se pueden encontrar que importantes organismos, consorcios, iniciativas, e instituciones, como: IMS Global Learning Consortium<sup>8</sup>, Institute of Electrical and Electronics (IEEE)<sup>9</sup>, Advanced Distributed Learning (ADL)<sup>10</sup> y Aviation Industry CBT Committee (AICC)<sup>11</sup>, se han dedicado al proceso de estandarización de OA. El objetivo de estas organizaciones es ayudar a cumplir con las características específicas de los OA como: la interoperabilidad, modularidad, reutilización y la fácil comunicación entre diferentes plataformas.

Un estándar es un patrón, una tipificación o una norma de cómo realizar algo y existen de dos tipos: estándares de iure, cuando provienen de una organización acreditada que certifica una especificación, y estándares de facto, cuando la especificación se adopta por un grupo mayoritario de individuos [44].

En el área educativa, las especificaciones son formalmente remitidas al LTSC (Learning Technology Standards Committe), comité especializado en e-learning del IEEE, única organización acreditada de estandarización. Hasta el momento, el único estándar emitido por la IEEE para metadatos, es LOM (Learning Object Metadata), que es un esquema de metadatos para la descripción de recursos educativos [43], el cual se describe más adelante. A continuación se presentan las normativas y estándares más importantes para los OA, los cuales fueron tenidos en cuenta durante el desarrollo de este proyecto.

### **2.6.1 IEEE – LOM (Learning Object Metadata)**

Los metadatos proporcionan descripciones, propiedades e información sobre los OA que permiten caracterizarlos, de forma que se simplifica su uso y gestión. De manera coloquial, lo que se busca mediante esta información complementaria es poder saber cuál es el contenido y el propósito de un OA sin tener que acceder a dicho contenido. Por lo tanto, los metadatos aportan información

---

<sup>8</sup> <http://www.imsproject.org>

<sup>9</sup> <http://www.ieee.org>

<sup>10</sup> <http://www.adlnet.org>

<sup>11</sup> <http://www.aicc.org>

orientada a hacer más eficiente la búsqueda y utilización de los recursos. Los metadatos se pueden aplicar tanto a OA concretos como a cursos completos o a partes del curso [18].

LOM (estándar IEEE 1484.12.1 – 2002), es el estándar de metadatos para OA acreditado para tecnología de aprendizaje. Se define como un modelo de datos, usualmente codificado en XML, usado para describir un OA y otros recursos digitales similares para el apoyo del aprendizaje. El esquema para la etiquetación de OA se trató de desarrollar por varios grupos (principalmente, IEEE e IMS) a un mismo tiempo, lo que llevó a una cierta confusión sobre el estándar. Finalmente dos especificaciones se desarrollaron, IEEE Learning Object Meta-Data y IMS Learning Resource Meta-Data, relacionadas entre sí. IEEE LOM es el estándar promovido por el IEEE que contiene la especificación de los atributos, nombres, definiciones, tipos de datos y longitudes; mientras que IMS Learning Resource Meta-Data, incluye una referencia, guías y herramientas necesarias para uso del anterior estándar [45]. Actualmente LOM es el estándar de e-learning formalmente aprobado que goza de mayor aceptación y que ha sido adoptado en la especificación de IMS. De hecho LOM se basa en los esfuerzos previos hechos para la descripción de recursos educativos en los proyectos ARIADNE<sup>12</sup>, IMS y Dublin Core<sup>13</sup>[45].

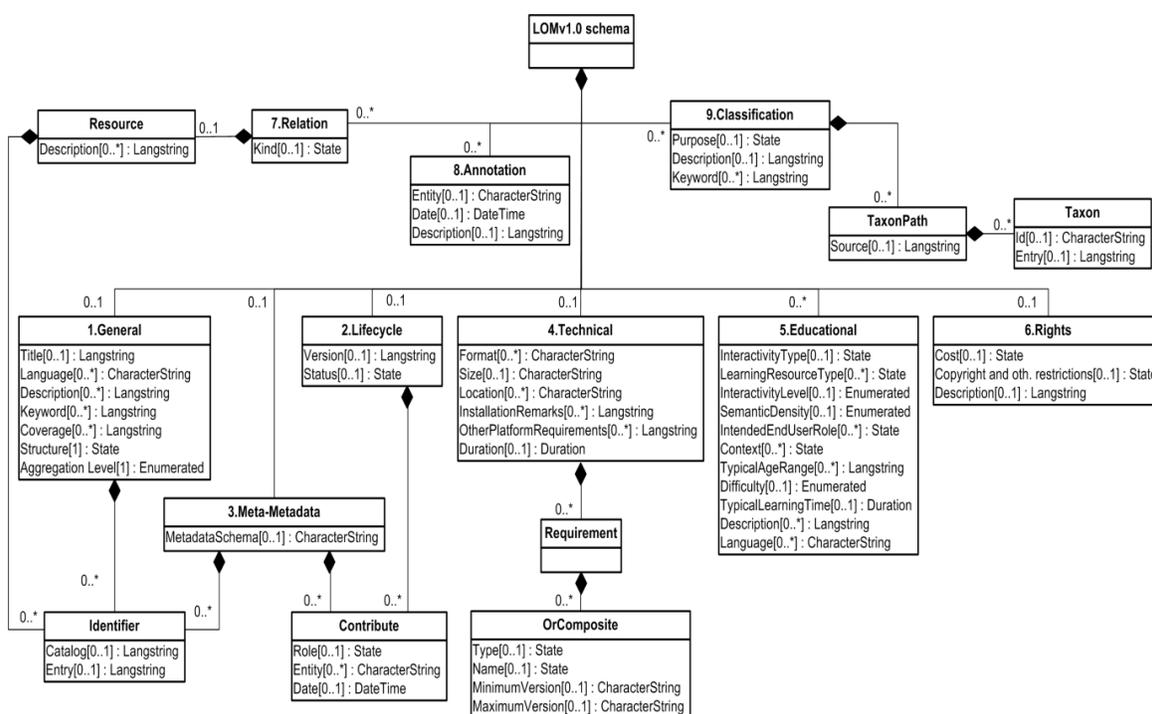


Figura 5. Representación esquemática de la jerarquía de los elementos del estándar LOM [46].

Este estándar tiene como propósito simplificar la búsqueda, reusabilidad, interoperabilidad, gestión e intercambio de OA principalmente en el contexto de los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS, *Learning management system*). El objetivo de LOM es la creación de descripciones estructuradas de recursos educativos. Su modelo de datos especifica qué aspectos de un OA

<sup>12</sup> <http://www.ariadne-eu.org/>

<sup>13</sup> <http://dublincore.org/>

deberían ser descritos y qué vocabularios se pueden utilizar en dicha descripción. Esta es una representación jerárquica con nueve apartados principales que agrupan el resto de campos como se muestra en la Figura 8. A continuación en la Tabla 2, se describe cada una de sus 9 categorías [47]:

Categoría	Descripción
<b>General</b>	Aquí se describe el objeto educativo. Incluye campos como identificador del OA, título, descripción, etc.
<b>Lifecycle</b>	Almacena un histórico del objeto y su estado actual. Detalla quiénes han interactuado con este objeto desde que fue creado, y el tipo de interacción que han realizado.
<b>Meta-Metadata</b>	Agrupa información sobre los metadatos. Esto puede parecer redundante a primera vista, pero resulta muy interesante tener información como quién ha contribuido a la creación de los metadatos y el tipo de contribución que ha realizado.
<b>Technical</b>	Incluye la información técnica del recurso de aprendizaje, tal como tamaño, ubicación, o formato en el que se encuentra. Además, en este elemento se almacenan los posibles requisitos técnicos necesarios para poder usar el objeto al que se refieren los metadatos.
<b>Educational</b>	En este elemento se encuentran las diferentes características pedagógicas del objeto. Típicamente se incluyen campos como tipo de recurso, nivel de interactividad entre el usuario y el objeto, o el contexto de uso del recurso, entre otros.
<b>Rights</b>	Se incluyen los detalles sobre la propiedad intelectual del recurso. También se detallan las condiciones de utilización y el precio en caso de tenerlo.
<b>Relation</b>	Explica el tipo de relación que tiene el recurso de aprendizaje con otros OA. Posee un par nombre-valor, que detalla el nombre del OA relacionado y el tipo de relación: es parte de, está basado en, etc.
<b>Annotation</b>	Incluye comentarios sobre la utilización de los OA, además de su autor y la fecha de creación.
<b>Classification</b>	Informa si el OA pertenece a algún tema en concreto. Por ejemplo, es aquí donde se almacenaría que un OA se refiere a Física o a Historia. Permite tanto detalle cómo se quiera mediante anidamiento de temas.

**Tabla 2.** Categorías del estándar LOM.

El modelo de datos también especifica qué elementos de la descripción pueden repetirse. Además, hay unos campos en los que el tipo de contenido es libre, es decir se puede poner cualquier

cadena de texto y hay otros campos en los que se dispone de un conjunto de valores concretos entre los que se puede elegir [47].

## 2.6.2 SCORM (Sharable Content Object Reference Model)

Para mejorar la interoperabilidad, es decir, para que un contenido sea usable por distintas plataformas de aprendizaje, se requiere que los objetos de contenido sigan un estándar; el estándar más utilizado para ello es SCORM [48], el cual se puede considerar estándar de facto. El cual fue diseñado por la iniciativa de Aprendizaje Distribuido Avanzado (ADL).

Ante la variedad de propuestas de especificación provenientes de distintas organizaciones y los posibles problemas derivados de la falta de coordinación entre estos grupos, en noviembre de 1997 el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América y la Oficina de Políticas de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca (White House Office of Science and Technology Policy, OSTP) lanzaron la iniciativa ADL con el objetivo de impulsar y liderar los diversos esfuerzos orientados al empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para la modernización del aprendizaje. La visión de ADL era que las especificaciones tenían la madurez suficiente, pero faltaba un impulso que condujese a su adopción masiva. Así, en lugar de proponer un nuevo estándar para competir con especificaciones propuestas por otras organizaciones, ADL ha tratado de aunar las ideas de las distintas especificaciones en un único modelo de referencia, permitiendo así que los distintos grupos interesados tuviesen un objetivo claro y bien definido [49].

SCORM especifica cómo se deben definir los objetos de aprendizaje, sus metadatos, su empaquetamiento, su distribución y también especifica los mecanismos para secuenciar estos objetos y formar así cursos con estructuras que pueden tener forma lineal o definir caminos educativos complejos. Todos estos conceptos se definen empleando especificaciones previamente existentes [50], ofrece un conjunto de guías, recomendaciones para OA basados en web, compartibles, interoperables, accesibles y reutilizables. Sus especificaciones describen [50]: cómo crear contenidos basados en web que puede ser enviados y seguidos por diferentes sistemas que cumplan con los requisitos de SCORM, qué debe hacer un sistema que cumpla con los requisitos de SCORM para enviar y seguir contenidos e-learning [50].

SCORM tiene tres divisiones principales [51]: RTE (Runtime Environment): especifica los mecanismos para la comunicación con sistemas de administración de aprendizaje, se basa en estándares y recomendaciones de la IEEE. SN (Sequencing and Navigation): modelo para navegación en contenidos educativos, se basa en estándares y recomendaciones de IMS. CAM (Content Aggregation Model): modelo que describe las propiedades y especifica los metadatos de los objetos de aprendizaje. La definición del modelo SCORM, así como su evolución y las distintas decisiones de diseño tomadas durante el proceso de especificación, se basan en seis principios esenciales y en la visión de la iniciativa ADL se enuncian como [49]:

- Accesibilidad: definida como la posibilidad de localizar y acceder a componentes instruccionales desde una ubicación remota y su envío a otras muchas localizaciones.
- Adaptabilidad: definida como la posibilidad de adaptar la enseñanza a distintas necesidades individuales u organizacionales.
- Asequibilidad: definida como la posibilidad de aumentar la eficiencia y productividad reduciendo el tiempo y coste invertidos en la enseñanza.

- Durabilidad: definida como la posibilidad de resistir la evolución de la tecnología y futuros cambios sin incurrir en rediseños, reconfiguraciones o recodificaciones excesivamente costosas.
- Interoperabilidad: definida como la posibilidad de tomar componentes instruccionales desarrollados en una ubicación determinada y empleando herramientas y plataformas establecidas para su posterior aplicación en otra ubicación, conjunto de herramientas o plataformas.
- Reusabilidad: definida como la flexibilidad para incorporar componentes instruccionales en múltiples contextos y aplicaciones.

## **2.7 ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EVE/A Y REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE**

En este apartado se presentan algunos fundamentos teóricos que fueron útiles en el desarrollo del proyecto, especialmente en la selección del Entorno Virtual de Enseñanza/Aprendizaje para la comunidad indígena Yanakona, cuyo proceso se describe en el capítulo 4 de esta monografía.

### **2.7.1 Entorno Virtual de Aprendizaje (EVE/A) ó Ambiente Virtual de Aprendizaje**

Un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje, abreviado EVE/A o Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA), es una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, sea éste completamente a distancia, presencial, o de una naturaleza mixta que combine ambas modalidades en diversas proporciones [52], su término alternativo es: entorno educativo, o plataformas educativas. En la actualidad existen dos grandes grupos EVE/A: los Learning Management System (LMS) y Learning Content Management System (LCMS): algunos autores consideran que un LCMS es la suma de un LMS y un Content Management System (CMS), mientras que otros consideran que un LCMS es un tipo específico de CMS [53]. A continuación se describen los conceptos de LMS y LCMS.

**2.7.1.1 Learning Management System (LMS).** Un LMS, es una aplicación software que automatiza la administración, seguimiento, y presentación de informes de las actividades de aprendizaje [54]. La plataforma LMS habitualmente gestiona los accesos, actividades y permisos de los usuarios, además, es capaz de hacer las siguientes tareas: centralizar y automatizar la administración, usar y guiar sus propios servicios, almacenar y entregar contenidos de aprendizaje, controlar y hacer seguimiento de los procesos, personalizar el contenido, reutilizar el conocimiento y proporcionar herramientas de comunicación tanto síncronas (ejemplo: chat, videoconferencia, tutorías en tiempo real, etc.) como asíncronas (ejemplo: foros de discusión, tableros de anuncios, etc.) [47].

Según SCORM, un LMS es un software consistente de un conjunto de funcionalidades, diseñadas para poner a disposición y hacer seguimientos, entregar reportes y gestionar contenidos de aprendizaje. Un LMS generalmente no incluye posibilidades de autoría (crear sus propios contenidos) [55].

### 3. MODELO DE DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL AMBITO DE LA COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA – MYNDOVA

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La ingeniería del software es una aproximación al desarrollo del software que engloba la definición de requisitos de la aplicación, objetivos, el diseño, desarrollo, y pruebas. La ingeniería de la usabilidad utiliza los componentes generales de la ingeniería del software proporcionando un proceso para el diseño y desarrollo de sistemas interactivos que sean usables [6].

El modelo MYNDOVA propone que los OA como producto software durante su proceso de desarrollo deben tener en cuenta actividades organizadas que consideren la ingeniería del software, la ingeniería de la usabilidad y el diseño centrado en el usuario, además de la investigación y comprensión de los aspectos pedagógicos, educativos, sociales, culturales, políticos y organizativos del pueblo indígena Yanakona, siendo estos los principales componentes del modelo organizados de la siguiente manera:

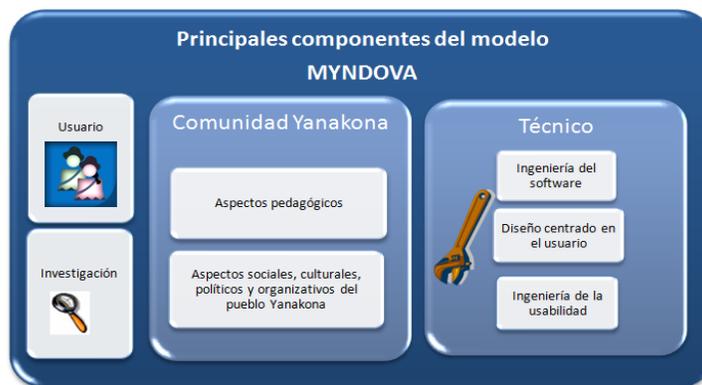


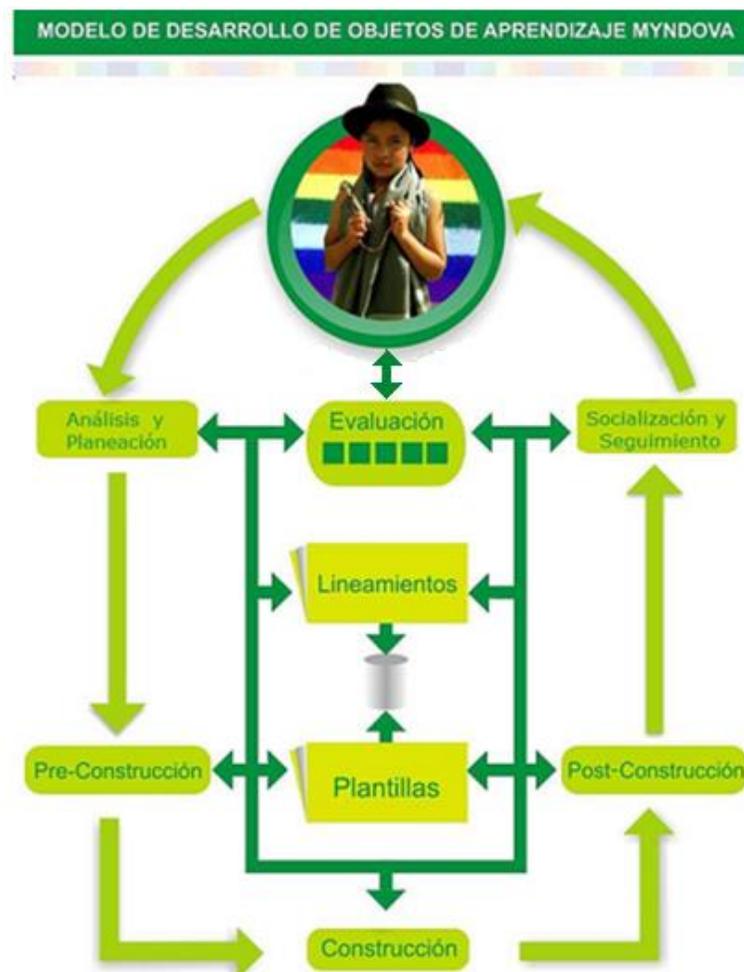
Figura 6. Componentes del modelo MYNDOVA.

Para la construcción del modelo MYNDOVA, se han tenido en cuenta estudios desarrollados en el ámbito del DCU e ingeniería de la usabilidad, principalmente el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad MPIu+a [6] y el Marco de integración de la Usabilidad en el proceso de Desarrollo Software [7]; del primer trabajo se tomó la filosofía del DCU, el prototipado y las evaluaciones de usabilidad realizadas a los prototipos. MYNDOVA parte de ello y lo adopta de acuerdo al contexto de aplicación y al desarrollo específico de OA. Del segundo trabajo, se tuvo en cuenta el valor de agregar a cada fase de desarrollo de software elementos y técnicas de usabilidad.

Para lograr un DCU, MYNDOVA también ha considerado el estándar ISO/IEC 13407 [30], donde se describe cómo un proceso de DCU puede ser usado para conseguir sistemas usables y ofrece un marco de trabajo para aplicar las técnicas en el diseño y la evaluación del DCU.

Para el diseño ergonómico de los OA se consideró algunos aspectos expuestos en la primera y segunda parte del estándar ISO/IEC 14915 [40, 41] y el estándar ISO/IEC 11581-10, finalmente para definir los elementos arquitecturales del modelo MYNDOVA se tuvo en cuenta el estándar ISO/IEC 12207[36], el cual ofrece un marco de referencia de los procesos del ciclo de vida del software, y describe de forma general los procesos, actividades y tareas aplicables al desarrollo de un producto software.

Del mismo modo, la arquitectura del modelo MYNDOVA también está inspirada en el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad MPLu+a; sin embargo, MYNDOVA tiene elementos diferenciadores: propone cinco tipos de evaluaciones (evaluación de contenidos, usabilidad, pedagógica–didáctica, nivel de aprendizaje y técnica), los tipos de evaluación son primordiales a lo largo de la construcción de los OA, y no están reflejadas en el modelo de proceso referenciado. Además, adiciona lineamientos y plantillas que se relacionan con cada uno de los momentos, plantea etapas y roles que guían el proceso de creación de los OA facilitando su construcción. El siguiente esquema presenta la arquitectura del modelo MYNDOVA, donde se muestra los diferentes momentos o fases en las que se divide el modelo y cómo se relacionan cada una de ellas.

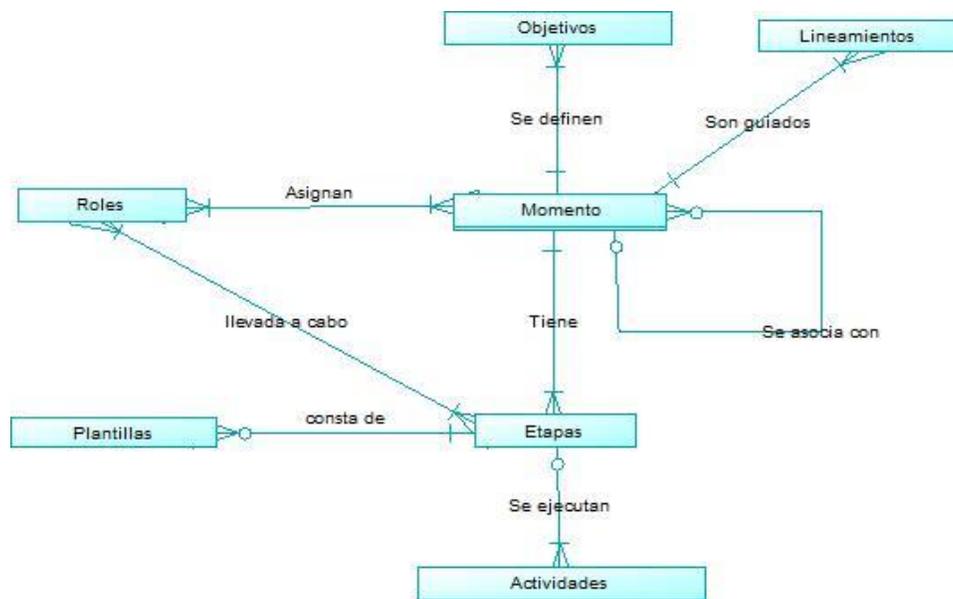


**Figura 7.** Modelo de desarrollo de Objetos de Aprendizaje en el ámbito de la comunidad indígena Yanakona – MYNDOVA.

Teniendo en cuenta el estándar ISO/IEC 13407[30], el esquema del modelo MYNDOVA presentado en la Figura 7, parte de los usuarios como centro de todo el proceso y seguidamente propone 6 momentos: análisis y planeación, pre-construcción, construcción, post-construcción, socialización y seguimiento, y evaluación, orientados bajo los procesos del ciclo de vida del software propuestos en el estándar ISO/IEC 12207[36]. Además considerando la ingeniería de la usabilidad y la interacción persona-ordenador, durante la construcción del OA se proponen el prototipado y la evaluación, como actividades primordiales que deben realizarse con la participación de los usuarios de manera sistemática.

Mediante las continuas evaluaciones a los prototipos por parte del usuario se logra un proceso de ciclo de vida iterativo e incremental, pues se deben realizar tantos ciclos como sean necesarios hasta llegar al punto donde un prototipo final obtenga una evaluación satisfactoria, o de lo contrario se debe volver al momento pertinente del proceso para realizar las mejoras.

Un momento del modelo MYNDOVA está compuesto por: objetivos, entradas, salidas, roles, etapas y actividades, además se relaciona con plantillas para documentar el proceso y lineamientos para guiar la construcción de OA, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 8.** Elementos asociados a un momento.

El desarrollo de las actividades de cada momento las realiza un equipo de trabajo<sup>14</sup>. Es importante aclarar que según el contexto, todas las actividades pueden ser realizadas por una sola persona, quien puede elegir las plantillas más pertinentes para la documentación del proceso.

A partir de la aplicación del modelo se pueden obtener OA tan simples como una presentación, hasta aplicaciones más complejas como un applet<sup>15</sup> ó aplicaciones multimediales interactivas,

<sup>14</sup> Para el desarrollo del proyecto se ha considerado tomar el concepto de equipo de trabajo porque en un equipo, las responsabilidades son compartidas para lograr un objetivo, existe una colaboración y sinergia entre cada uno de los miembros, además no existe jerarquías entre los participantes.

donde juega un papel importante integrar adecuadamente los componentes pedagógicos y técnicos en la construcción de OA.

### 3.2 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MYNDOVA

Para la creación de MYNDOVA, inicialmente se realizó un diagnóstico con el Programa de Educación Yanakona (PEY)<sup>16</sup>, donde se tuvo en cuenta estudios y experiencias previas que identificaron la problemática descrita en el capítulo I de este documento, observándose que un modelo para construir OA podría ser una alternativa para fortalecer la educación indígena mediante el uso de la tecnología, por lo cual, se realizó una investigación de los diferentes modelos y metodologías existentes para el desarrollo de OA, ver Anexo D.

La investigación reveló que la mayoría de propuestas han sido planteadas para contextos universitarios tradicionales de educación virtual, presencial o a distancia con base en el desarrollo de modelos educativos centrados en competencias, además no se tiene en cuenta el diseño centrado en el usuario y la ingeniería de la usabilidad como factores claves de éxito, en el proceso de construcción de OA. Estos resultados fueron presentados al PEY, donde se analizaron las diferentes alternativas y se dedujo la necesidad de crear un modelo propio centrado en el usuario, que integrara las generalidades de las metodologías estudiadas, los componentes culturales, sociales, educativos y el fortalecimiento de la cultura e identidad yanakona.

Paralelo a la construcción del modelo MYNDOVA se trabajó en la definición del modelo pedagógico, el Cabildo Mayor Yanakona<sup>17</sup> delegó esta labor al PEY, y ofreció la disposición de la comunidad en general para el desarrollo del proyecto MYNDOVA, lo cual permitió tener un proceso más enriquecedor y multidisciplinario.

Se trabajó conjuntamente con el PEY estructurando las fases del modelo, las cuales se denominaron *momentos*, considerando que este concepto cobra más sentido para la comunidad yanakona. Una vez se obtuvo el prototipo final del modelo, se propuso el desarrollo de un OA con la temática del plan de vida yanakona<sup>18</sup>, denominado “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona”. Este primer objeto permitió aplicar y refinar MYNDOVA, para identificar y proponer actividades faltantes. Finalmente el modelo obtenido fue aplicado en la construcción del OA “tu pueblo yanakona”, con la colaboración de miembros de la comunidad.

### 3.3 CICLO DE VIDA DEL MODELO MYNDOVA

El ciclo de vida de MYNDOVA está influenciado por los modelos de ciclo de vida iterativo e incremental, los cuales se caracterizan por permitir crear, cada vez, versiones más completas de software, construyendo versiones sucesivas de un producto. MYNDOVA es incremental porque entrega prototipos de OA desde las primeras iteraciones y cada prototipo se construye sobre aquel que ya ha sido entregado. Vale aclarar que para el desarrollo de este trabajo de grado se ha tomado la definición de prototipo propuesta en el estándar ISO/IEC 13407 [30]: donde se define

---

<sup>15</sup> Un applet es un componente de una *aplicación* que se ejecuta en el contexto de otro programa.

<sup>16</sup> El Programa de Educación está conformado por un grupo interdisciplinar en el cual se incluye un psicólogo social, una etnoeducadora, un filósofo y un pedagogo [62].

<sup>17</sup> Máxima entidad representativa de la comunidad indígena Yanakona.

<sup>18</sup> Es una estrategia para reconstruir la casa y familia yanakona proponiendo la consolidación de un territorio propio como una opción de vida digna diferente a la propuesta por el paradigma del desarrollo [63].

como una representación de todo o parte de un producto o sistema, que aunque limitado de algún modo, puede utilizarse con fines de evaluación.

Es necesario resaltar la importancia del proceso iterativo presente en el modelo, porque en cada momento se plantean ciclos en los cuales se mejoran aspectos de: contenido, pedagógicos, funcionales, técnicos y de usabilidad del OA. Se puede retornar a momentos previos, permitiendo una mayor aproximación al cumplimiento de los objetivos del OA.

Además el modelo se basa en prototipos por las siguientes razones:

- Los prototipos permiten a los diseñadores comunicarse de forma más efectiva con usuarios, reducen la necesidad y el coste que conlleva rehacer un sistema ya implementado cuando los problemas se identifican tarde en el desarrollo [7].
- Es necesario construir prototipos porque las especificaciones técnicas y los modelos abstractos no suelen ser una buena vía de comunicación cuando se quiere involucrar a usuarios en el proceso de desarrollo [7].
- Los prototipos son útiles desde un punto de vista de la usabilidad cuando reflejan principalmente la interacción usuario - sistema, de forma que pueden transmitir cómo va a funcionar el sistema desde el punto de vista del usuario. Así, los prototipos se utilizan para probar ideas de diseño con usuarios y para reunir sus impresiones [7].
- Cuando se utiliza en etapas tempranas del proceso de desarrollo, un prototipo alienta la participación e implicación del usuario, permite a los desarrolladores observar el comportamiento de los usuarios y su reacción ante el prototipo [32].

Los tipos de prototipos que se pueden emplear en la creación de OA de acuerdo al modelo MYNDOVA son:

- Prototipos de baja fidelidad: incluyen los prototipos de papel, gráficos por computador preparados con software de gráficos, y maquetas no funcionales creadas utilizando herramientas de programación [7].
- Prototipos de alta fidelidad: también se denominan prototipos funcionales. Pueden ser maquetas, simulaciones o implementaciones limitadas. El término maqueta normalmente se refiere a un prototipo de alta fidelidad y rendimiento limitado [7].

### **3.4 ESTRATEGIA PEDAGOGICA DE MYNDOVA**

El componente pedagógico en el modelo MYNDOVA tiene gran importancia, pues es uno de los aspectos claves a tenerse en cuenta en el momento de producir un OA, por ello dentro de la creación y desarrollo del modelo, se contó con la orientación pedagógica del PEY y se tuvo en cuenta el modelo conceptual para la producción de conocimiento centrado en la construcción de territorio yanakona (ver anexo E), el cual es la guía en la educación del pueblo yanakona.

### **3.5 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO MYNDOVA**

Las principales características del modelo MYNDOVA, son:

- **Flexibilidad:** la flexibilidad se define como la habilidad que tiene un objeto o cosa para adaptarse a nuevas situaciones, permitiendo ajustarse a los parámetros operativos o las actividades de los distintos usuarios [56][57]. MYNDOVA tiene en cuenta esta habilidad, por lo cual, las iteraciones, los momentos y actividades propuestas, pueden adecuarse a las características de usuarios o contextos similares al de la comunidad indígena Yanakona.
- **Escalabilidad:** teniendo en cuenta que la escalabilidad es la propiedad deseable de un sistema, o un proceso para extender su ámbito de aplicación sin interrumpir el servicio [58]. MYNDOVA, se caracteriza por ello, porque puede crecer permitiendo la inclusión de nuevos lineamientos, plantillas y actividades, con el fin de mejorar la aplicación del modelo en otros contextos.
- **Diseño centrado en el usuario:** el modelo MYNDOVA al ser multidisciplinario, al implicar al usuario final durante el desarrollo del OA, y proponer diferentes iteraciones que permiten realizar pruebas, para comprobar que el diseño verdaderamente se ajusta con los requisitos del usuario, cumple las características básicas del diseño centrado en el usuario expuestas en el estándar ISO/IEC 13407 [30].
- **Multidisciplinariedad:** el trabajo multidisciplinario es una de las características del diseño centrado en el usuario, y por lo tanto del modelo MYNDOVA. El modelo propone conformar un equipo multidisciplinario, donde se incluyan además del usuario otras áreas del conocimiento, con el fin de obtener diferentes puntos de vista y realimentación durante el proceso de construcción del OA.
- **Aplicabilidad:** MYNDOVA nace en un contexto específico (la comunidad indígena Yanakona), pero ello no impide su aplicabilidad en otros contextos similares a los de la comunidad mencionada, pues su desarrollo en la mayoría de sus componentes son genéricos; sin embargo, al ser un modelo puede encontrar particularidades del contexto, por lo cual se recomienda la definición de actividades y métodos complementarios, por parte del equipo de trabajo que decida utilizarlo como guía para la construcción de OA.
- **Plantillas:** la inclusión de plantillas en los diferentes momentos del modelo permite guiar al usuario y facilitar la aplicación del modelo, durante la construcción de OA.
- **Lineamientos:** MYNDOVA propone lineamientos para la producción de OA, los cuales pueden ser útiles para el desarrollo de otras aplicaciones software y/o materiales educativos, diseñados para la comunidad yanakona o contextos similares.

### 3.6 ACTORES Y ROLES DEL MODELO MYNDOVA

Los actores son todas aquellas personas que directa o indirectamente participan en la construcción y uso del OA. Los actores que podrían involucrarse en la construcción de OA de acuerdo al modelo MYNDOVA son:

- Autoridades indígenas, por ejemplo, directivas de cabildos y cabildos mayores etc.
- Directivas de instituciones educativas y programas o comités de educación.
- Docentes etnoeducadores<sup>19</sup> y de las diferentes áreas del conocimiento impartidas en las instituciones educativas, en cabildos y resguardos.
- Investigadores en el ámbito de las culturas indígenas.

---

<sup>19</sup> En la comunidad indígena Yanakona el etnoeducador es la persona responsable de orientar la educación en los valores de la etnicidad, teniendo en cuenta que la identidad cultural es el sincretismo o mestizaje de tres grandes raíces: la africanidad, la indigenidad y la hispanidad.

- Usuarios, representados en cada uno de los integrantes de la comunidad indígena, y demás personas interesadas en los temas propuestos en los OA.
- Diseñadores gráficos, multimedia y desarrolladores de software para la producción de OA.

Además de los actores, MYNDOVA propone roles, los cuales conforman el equipo de trabajo y representa a todas aquellas personas que participan directamente en la construcción del OA. Para la definición de estos roles, se tuvo en cuenta los siguientes modelos: Metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje mediante el uso de la cartografía conceptual [26] y Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: MIDOA [25], además del contexto educativo de la comunidad indígena Yanakona. A continuación en la Tabla 3, se presentan los roles con sus respectivas funciones:

Roles	Funciones
<b>Coordinador del equipo de trabajo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar adecuadamente los recursos con que se cuenta a la hora de desarrollar OA tales como: computadores, material bibliográfico, material digital y el tiempo.</li> <li>• Realizar la asignación de roles y tareas a cada miembro del equipo de trabajo.</li> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Orientar al equipo de trabajo en el cumplimiento de los requerimientos durante cada uno de los momentos del modelo MYNDOVA.</li> <li>• Utilizar metodologías que permitan trabajar en conjunto con los demás roles.</li> <li>• Colaborar en las actividades que se requieren para el desarrollo del OA.</li> <li>• Realizar un seguimiento y control en el cumplimiento y desarrollo de las etapas o actividades asignadas a cada miembro del equipo de trabajo.</li> </ul>
<b>Pedagogo etnoeducador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Participar en la evaluación de contenidos.</li> <li>• Analizar e implementar estrategias pedagógicas para el desarrollo del OA.</li> <li>• Estructurar los contenidos del OA para garantizar el aprendizaje del usuario.</li> <li>• Seleccionar, aplicar y analizar métodos de indagación o interacción con el usuario que permitan evaluar el aporte pedagógico del OA.</li> <li>• Participar en la selección y análisis de las estrategias de divulgación y socialización del OA.</li> <li>• Garantizar que los cambios o mejoras realizadas al OA, no afecten el componente pedagógico.</li> </ul>
<b>Evaluador - Experto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Evaluar el aspecto cognoscitivo, técnico, la cantidad y calidad de los contenidos y la usabilidad del OA.</li> <li>• Analizar con el equipo de trabajo los resultados de las evaluaciones, detectar errores en las actividades llevadas a cabo y proponer soluciones desde el punto de vista de su formación y experiencia.</li> </ul>
<b>Usuario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Participar en la construcción del OA.</li> <li>• Participar en las evaluaciones propuestas en el modelo MYNDOVA.</li> <li>• Utilizar el OA para su autoaprendizaje.</li> </ul>

<b>Diseñador del OA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Elaborar la estructura de información del OA.</li> <li>• Estructurar los OA para garantizar el aprendizaje del usuario, desde el aspecto multimedia.</li> <li>• Desarrollar los prototipos del OA junto con el pedagogo.</li> <li>• Realizar los cambios en el OA que sugiera el usuario, el evaluador y/o el equipo de trabajo.</li> </ul>
<b>Desarrollador del OA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Seleccionar las herramientas para el desarrollo e implementar el OA.</li> <li>• Realizar los cambios en el OA que sugiera el usuario, el evaluador y/o el equipo de trabajo.</li> <li>• Adecuar el OA al estándar seleccionado y publicarlo en el sistema gestor de aprendizaje o repositorio de OA.</li> </ul>
<b>Encargado de pruebas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y el plan de contingencia.</li> <li>• Proponer y preparar las técnicas para las pruebas.</li> <li>• Realizar el acompañamiento a los usuarios en la aplicación de las pruebas.</li> <li>• Analizar junto con el evaluador los resultados de las pruebas.</li> <li>• Proponer junto con el pedagogo las mejoras al OA.</li> </ul>

**Tabla 3.** Roles propuestos en el modelo MYNDOVA.

En la siguiente tabla se muestra la participación de los actores de acuerdo a los roles en cada momento del modelo:

<b>Roles</b> <b>Momento</b>	<b>Análisis y planeación</b>	<b>Pre – construcción</b>	<b>Construcción</b>	<b>Post – construcción</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Socialización y seguimiento</b>
<b>Coordinador del equipo de trabajo</b>	X	X	X	X	X	X
<b>Pedagogo etnoeducador</b>	X	X	X	X	X	X
<b>Evaluador – Experto</b>	X	X	X	X	X	
<b>Usuario</b>	X	X	X	X	X	X
<b>Diseñador</b>	X	X	X			
<b>Encargado de Pruebas</b>	X	X	X	X	X	
<b>Desarrollador del OA</b>	X		X			

**Tabla 4.** Roles en cada momento del modelo MYNDOVA.

### 3.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MOMENTOS

A continuación se presenta una breve descripción de los momentos del modelo MYNDOVA representados de color verde en la Figura 7.

En el momento de análisis y planeación, se define los requerimientos del OA, el tema a desarrollar, se organiza el equipo de trabajo y la estructura inicial de contenidos; en el momento de pre-construcción se lleva a cabo el diseño del OA; en el momento de construcción se crea el OA; en el momento de post-construcción se realiza una prueba piloto del OA, la cual consiste en el uso del OA en un entorno educativo real. El momento de socialización es el espacio de divulgación y seguimiento de la utilización del OA, en los diferentes escenarios de la comunidad indígena Yanakona.

En el momento de evaluación se integra a cada uno de los momentos anteriormente mencionados, para identificar posibles errores y mejorarlos, regresando a las etapas correspondientes con el propósito de garantizar: la calidad de los contenidos, la usabilidad, el aporte educativo y la apropiación del tema plasmado en el OA; además se verifica que se cumplan los requerimientos de acuerdo a lo definido en el momento de análisis y planeación; de igual forma se realiza una evaluación técnica para verificar aspectos relacionados con estándares de metadatos y empaquetamiento de OA. Al finalizar cada momento, los resultados obtenidos son los documentos, prototipos y demás productos que dan constancia del desarrollo de las actividades planteadas en el modelo. Finalmente, es importante mencionar que todo el proceso de construcción del OA, puede ser guiado por los lineamientos presentados en el capítulo 5 de esta monografía.

### **3.8 MOMENTOS DEL MODELO MYNDOVA**

#### **3.8.1 PRIMER MOMENTO: ANÁLISIS Y PLANEACIÓN**

Este momento del modelo se fundamenta en el estándar ISO/IEC 9126-1 [37], que describe la calidad de los requisitos del sistema en las etapas iniciales del ciclo de vida, refiriéndose principalmente a la vista externa y a la vista del usuario más que en referencia a la calidad interna o funcional. Del mismo modo se fundamenta en el estándar ISO/IEC 13407 [30], el cual propone como primera actividad de un proceso centrado en el usuario, *entender y especificar el contexto de uso*, con el fin de describir las características relevantes de usuarios, tareas y el entorno. Además propone el desarrollo de un plan para especificar la forma en que las actividades de diseño centrado en el usuario se ejecutaran y sus respectivos responsables. A continuación se presentan los objetivos, roles, diagrama de flujo de trabajo, etapas, actividades, entradas y salidas a tener en cuenta para el desarrollo del OA en este momento.

#### **Objetivos**

- Definir el tema del OA.
- Organizar el equipo de trabajo.
- Identificar los usuarios del OA.
- Establecer los requerimientos educativos y funcionales del OA.
- Establecer el plan de trabajo, estimar riesgos y posible plan de contingencia, en el desarrollo del OA.
- Definir y evaluar los contenidos preliminares de las unidades conceptuales<sup>20</sup>.

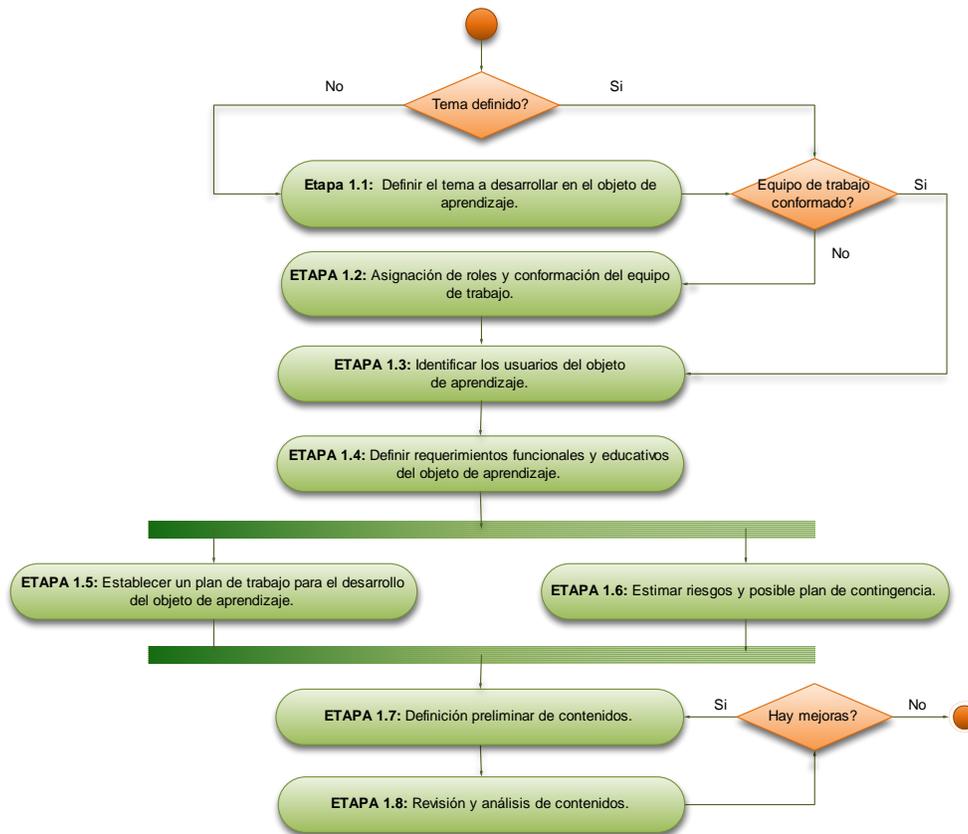
#### **Roles asociados al momento de análisis y planeación:**

---

<sup>20</sup> Unidades conceptuales: son la mínima unidad de contenido que se utilizara para dar a conocer un tema.

- **Coordinador del equipo de trabajo:** es el encargado de orientar al equipo de trabajo en cada una de las etapas y actividades de este momento, realiza la asignación de roles y tareas a cada miembro del equipo de trabajo, además participa en la revisión y análisis de los contenidos preliminares del OA.
- **Pedagogo etnoeducador:** participa en la definición preliminar de contenidos, la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos y plan de contingencia, definición de usuarios, requerimientos funcionales y educativos, además participa en el análisis y evaluación de contenidos.
- **Diseñador y desarrollador:** participan en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos, la definición de requerimientos, usuarios, tema y el plan de contingencia.
- **Evaluador - experto:** participa en la revisión y análisis de los contenidos preliminares del OA, en la elaboración del plan de trabajo, la identificación de riesgos, la definición de requerimientos, usuarios y tema del OA.
- **Usuario:** evalúa la calidad de los contenidos.
- **Encargado de pruebas:** prepara y realiza las pruebas de este momento.

**Flujo de trabajo:** en la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de trabajo que se realiza en este momento.



**Figura 9.** Diagrama de flujo de trabajo del momento análisis y planeación.

Para el desarrollo de este momento se realizan las siguientes etapas:

## **ETAPA 1.1: Definir el tema a desarrollar en el objeto de aprendizaje**

**Descripción:** para definir el tema se tienen dos posibilidades, la primera consiste en que el coordinador o gestor de la iniciativa de crear el OA, tenga preestablecido un tema, en este caso se continua con la etapa 1.2; de lo contrario teniendo como guía el modelo pedagógico yanakona (ver Anexo E), se establece el tema a desarrollar en el OA, el cual debe:

- Responder a saberes y conocimientos propios de la comunidad indígena Yanakona.
- Incluir y motivar la participación de la mayoría de los actores del equipo de trabajo y por ende de la comunidad.
- Motivar al individuo yanakona a la investigación de los saberes y conocimientos propios.
- Contribuir al fortalecimiento de la identidad y cultura del pueblo yanakona.

Para definir el tema se utiliza la situación contextual<sup>21</sup>, la cual se establece a partir de un diagnóstico con la comunidad indígena Yanakona, donde se identifican problemáticas que se puedan enfrentar por medio de la creación de un OA, de dicho diagnóstico, surgen una serie de temas, para finalmente seleccionar uno de ellos. Para registrar la información de esta etapa se puede utilizar la plantilla presentada en la Tabla 15 descrita en el Anexo F.

## **ETAPA 1.2: Asignación de roles y conformación del equipo de trabajo**

**Descripción:** si aún no existe un equipo de trabajo para la construcción del OA, en esta etapa se contactan y/o conocen sus participantes mediante una reunión, donde se realiza la presentación de cada uno de ellos. Posteriormente se recomienda desarrollar una encuesta para explorar el nivel de conocimiento e interés de los participantes en temáticas de OA, uso y apropiación del computador e Internet. Toda esta información puede ser registrada en la plantilla presentada en la Tabla 16 del Anexo F, la cual será útil para obtener el perfil de los participantes.

Una vez se haya identificado el perfil de cada uno de los participantes, se debe clasificar y asignar los roles descritos en la Tabla 3. Es probable que en esta etapa se requiera la inclusión de otros participantes, expertos o personas ajenas a la comunidad que asesoren la creación del OA en áreas de diseño gráfico, diseño didáctico, programación, diseño multimedia, etc. La inclusión de otro miembro en el equipo es decisión del líder o coordinador y demás participantes. La conformación del equipo de trabajo, depende en gran medida de la cantidad de participantes, sus perfiles y de la complejidad del OA, es así como se puede presentar la situación en la cual una persona puede asumir más de un rol.

## **ETAPA 1.3: Identificar los usuarios del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** los usuarios son el público objetivo y aquellas personas que darán uso al OA, por tal motivo se deben identificar diferencias como: género, nivel educativo, profesión/ocupación, edad, experiencia con el uso del computador, uso de internet, etc. El resultado de esta actividad deberá ser la descripción de las características relevantes de los usuarios.

---

<sup>21</sup> Situación contextual: corresponde al primer espacio de apropiación conceptual definido en el modelo pedagógico yanakona, tiene como referente los procesos del plan de vida yanakona y las diversas formas como se vivencia en las comunidades.

El contacto o interacción con los usuarios se realiza preferiblemente en el contexto donde éstos trabajan habitualmente, siguiendo los principios del diseño contextual y las bases de la ingeniería de requisitos, tal como lo propone el modelo MPlu+a [59]. Además teniendo en cuenta el estándar ISO/IEC 13407 [30] se proporcionan actividades apropiadas para obtener un entendimiento claro del usuario y de los requisitos del OA. A continuación se presentan las actividades que esta etapa del modelo MYNDOVA contempla para identificar, clasificar y analizar el contexto del usuario:

**Actividad 1: Realizar un análisis etnográfico.** La ingeniería de la usabilidad, tiene en cuenta aportes de varias disciplinas para lograr aplicaciones altamente usables y accesibles, como son la psicología cognitiva, ingeniería del software y la etnografía<sup>22</sup> [59]. Esta última, aporta a este modelo en particular, elementos muy valiosos.

El análisis etnográfico se puede realizar mediante métodos y técnicas de usabilidad para la indagación como: el análisis etnográfico o la aproximación contextual, las cuales se describen en la Tabla 44 del anexo J, con la aplicación de cualquiera de estas técnicas se tendrá la capacidad de:

- Describir el contexto, el lugar de trabajo y cómo las personas realizan sus tareas.
- Detallar y entender las relaciones entre las personas, el uso que le dan a los computadores y la utilización de las TIC.
- Describir aspectos culturales y organizativos de la comunidad, y sus individuos.

Los resultados de esta actividad se pueden registrar en la plantilla presentada en la Tabla 17 descrita en el Anexo F.

**Actividad 2: Clasificar a los usuarios.** Una vez se ha identificado para quiénes se está construyendo el OA, se debe clasificar a los usuarios y conocer muy bien sus características para poder proporcionar OA usables y adaptados a sus modelos mentales<sup>23</sup>. Para ello, se realiza una clasificación empleando la técnica de perfiles de usuario, la cual permite agrupar usuarios con características similares [59]. Dichas características pueden ser muy diversas, como por ejemplo: el grado de conocimiento/uso de equipos/programas informáticos, experiencia profesional, nivel de estudios, entorno social, etc. [59]

Los perfiles de usuarios obtenidos en esta etapa servirán para poder tomar decisiones a la hora de diseñar la interfaz gráfica y también para identificar las categorías de usuarios, que deberán tratarse en el análisis contextual de tareas, dichos perfiles se pueden registrar en la plantilla presentada en la Tabla 18 descrita en el Anexo F, en la cual también se muestran algunos ejemplos de perfiles de usuario potenciales de los OA de la comunidad indígena Yanakona. Dichos perfiles se identificaron en la construcción del modelo MYNDOVA, mediante el contacto e interacción con miembros de la comunidad.

**Actividad 3: Realizar un análisis contextual de tareas.** En esta actividad se realiza un estudio de las tareas actuales de los usuarios, cómo las realizan, qué patrones de trabajo utilizan (si utilizan alguno) y se especifica y entiende los objetivos de los usuarios [59].

---

<sup>22</sup> Método de trabajo de la antropología, que permite el análisis del modo de vida de una raza o grupo de individuos, mediante la observación y descripción del comportamiento e interacción de las personas [59].

<sup>23</sup> Mecanismo utilizado por la mente usado para explicar cómo funciona el mundo real [66].

El análisis contextual puede ser utilizado para identificar aspectos importantes en el desempeño del usuario con los OA, por ejemplo, mediante este análisis se pudo detectar que el uso del mouse es fundamental para la mayoría de las personas adultas al explorar los OA, elementos como el touchpad y el manejo del teclado no es muy familiar para la comunidad indígena Yanakona. Así el análisis contextual de tareas también condiciona e influye a la hora de realizar el diseño del OA.

#### **ETAPA 1.4: Definir requerimientos funcionales y educativos del OA**

**Descripción:** en esta etapa se establecen claramente cuáles serán los requerimientos perseguidos con el desarrollo del objeto, tanto a nivel educativo, como funcional (software).

**Actividad 1: Definir requerimientos educativos:** se establecen los requerimientos que desde la perspectiva pedagógica y educativa se quieren plasmar en el OA. Se recomienda que esta actividad sea realizada por el pedagogo etnoeducador y el evaluador.

**Actividad 2: Definir requerimientos funcionales:** se establecen claramente los requerimientos funcionales y no funcionales del OA. Esta actividad puede ser guiada por una persona que tenga conocimientos en informática y/o tecnología, para ayudar a limitar los requerimientos, teniendo en cuenta los principios básicos de la usabilidad los cuales se mencionan en la base conceptual y las actividades y tareas definidas para este propósito, en los apartados 5.3.2 y 5.3.4 del estándar ISO/IEC 12207 [36]. Los resultados de esta etapa se pueden registrar en la plantilla presentada en la Tabla 19 descrita en el Anexo F. Finalmente se recomienda efectuar una validación y verificación del cumplimiento de los requerimientos educativos y funcionales, durante la construcción del OA.

#### **ETAPA 1.5: Establecer un plan de trabajo para el desarrollo del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de cada miembro del equipo y el tiempo estimado para realizar las tareas y actividades planteadas para la construcción del OA, se establece el plan de trabajo. Según el estándar ISO/IEC 13407 [30], el plan de trabajo de un diseño centrado en el usuario puede componerse de:

- Las actividades a realizar en el proceso.
- Procedimientos para integrar las actividades del proceso con otros procesos empleados en el desarrollo del OA.
- Los individuos en la organización responsables de las actividades y sus tareas.
- Procedimientos para la comunicación, retroalimentación, documentación y control de tiempo de las actividades.

Para el desarrollo de esta etapa se propone una plantilla descrita en la Tabla 20 del Anexo F. Si es necesario realizar ajustes y/o modificaciones al plan de trabajo, estas deben hacerse en consenso con todos los miembros del equipo de trabajo.

## ETAPA 1.6: Estimar riesgos y posible plan de contingencia

**Descripción:** el propósito de esta etapa del modelo MYNDOVA es identificar, analizar y tratar los riesgos que se presenten en la construcción del OA. De esta forma se debe reunir el equipo de trabajo para que se identifiquen los posibles riesgos y el plan de contingencia a la hora de desarrollar el OA. A continuación se presentan algunos ejemplos de riesgos que se pueden identificar:

- Captura y especificación incompleta de los requerimientos funcionales y educativos del OA.
- Retraso o incumplimiento del plan de trabajo.
- Poco uso del OA construido, por parte del usuario.
- Ausencia de algún miembro del equipo.

MYNDOVA propone una plantilla para el desarrollo de esta etapa, descrita en la Tabla 21 del Anexo F, en la cual se registran los riesgos, se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo y el plan de contingencia para evitarlos y mitigarlos.

## ETAPA 1.7: Definición preliminar de contenidos

**Descripción:** una vez se ha identificado claramente el tema, los usuarios, los requerimientos funcionales y educativos, se establece de forma inicial los contenidos que el usuario encontrará en el OA. La definición preliminar de contenidos se basa en el modelo pedagógico yanakona, descrito ampliamente en el Anexo E, dicho modelo define los *espacios de apropiación conceptual*, a partir de los cuales se especifican las unidades conceptuales<sup>24</sup>, los núcleos temáticos<sup>25</sup> y categorías conceptuales<sup>26</sup>. Para la definición preliminar de contenidos se presenta una guía en la sección 1 del Anexo H, la cual sirve de apoyo al pedagogo o educador que realice esta etapa.

Fruto de esta etapa es un documento base<sup>27</sup> donde se recopila las unidades conceptuales y otros materiales como: cartillas, documentales, entrevistas, videos etc., que contribuyen a enriquecer el contenido de cada unidad conceptual. Para el desarrollo de esta etapa se propone la plantilla presentada en la Tabla 22 descrita en el Anexo F.

## ETAPA 1.8: Revisión y análisis de contenidos

**Descripción:** en esta etapa se realiza una evaluación de contenidos por parte de usuarios y evaluadores, al documento base y a los demás materiales recolectados en la etapa anterior, por medio de un método indagación, donde se valoren los criterios de evaluación de contenidos propuestos en la Tabla 34 descrita en el Anexo G, con el objetivo de analizar la cantidad y calidad de la información y valorar si los contenidos propuestos son comprensibles por el usuario; si los resultados de la evaluación no son satisfactorios, se debe retornar a la etapa 1.7, hasta obtener mejores resultados.

---

<sup>24</sup> Unidades conceptuales: son la mínima unidad de contenido que se utilizara para dar a conocer un tema.

<sup>25</sup> Núcleo Temático: se compone de un conjunto de unidades conceptuales.

<sup>26</sup> Categoría conceptual: se conforma por los núcleos temáticos.

<sup>27</sup> Documento que contiene los contenidos preliminares del OA y las preguntas guía. El documento base no tiene ninguna estructura didáctica y es el documento fundamental en el siguiente momento.

**Metodología de revisión y análisis de contenidos:** a continuación se presenta una metodología para revisar y analizar los contenidos, la cual fue observada durante la construcción de los OA en la comunidad indígena Yanakona.

- Primero se seleccionan los evaluadores que van a intervenir, quienes deben conocer ampliamente el tema planteado en el OA.
- Luego se define el orden en que cada evaluador revisará el documento.
- Cada evaluador revisa y retroalimenta el documento, para posteriormente entregarlo al siguiente evaluador, quien realizará la misma tarea. Este proceso se repite hasta que el documento pase por cada uno de los evaluadores.
- Finalmente se reúnen todos los evaluadores quienes después de haber analizado, revisado y retroalimentado el documento, discuten sobre los contenidos de las categorías conceptuales, núcleos temáticos y unidades conceptuales, definidos para OA, hasta llegar a un consenso en su definición, los cuales conformarán el documento final entregable en el siguiente momento.
- Si la información y documentos obtenidos, no son satisfactorios y no cumplen con los requerimientos planteados en el OA, el proceso deberá retornar a la etapa 1.7 Definición preliminar de contenidos, hasta que los resultados del análisis sean los mejores.

En la siguiente tabla se presentan las entradas y salidas de este momento.

Entradas	Salidas
Modelo pedagógico de la comunidad indígena Yanakona.	Equipo de trabajo con sus respectivos roles y funciones.
Información de cada unidad conceptual como: documentos, imágenes, audio, video, etc.	Tema y requerimientos funcionales y educativos del OA.
	Documento con el perfil de usuarios.
	Plan de trabajo.
Lineamientos para la construcción y diseño de OA.	Lista de riesgos y plan de contingencia.
Criterios para la evaluación de contenidos.	Documento preliminar de contenidos del OA.
Plantillas.	Información adicional recolectada para cada unidad conceptual.

**Tabla 5.** Entradas y salidas del momento de análisis y planeación.

### 3.8.2 SEGUNDO MOMENTO: PRE-CONSTRUCCIÓN

Este momento del modelo se fundamenta en el estándar ISO/IEC 14915 [40][38] y en el estándar ISO/IEC 11581-1 [40], el primero propone los principios de diseño de interfaces de usuario multimedia y proporciona un marco para el manejo de las diferentes consideraciones que participan en su diseño. Esto incluye los medios de comunicación estáticos como texto, gráficos o imágenes, y los medios de comunicación dinámicos tales como audio, animación, vídeo o los medios de comunicación en relación con otras modalidades sensoriales. El segundo estándar corresponde a los aspectos generales de los iconos y ofrece un conjunto de requisitos y recomendaciones útiles para su construcción.

En este momento se procede a establecer la estructura mediante la cual será construido el OA. Para especificar claramente las características y disposición ideal de cada uno de los elementos que conformarán el OA final, se diseñan los siguientes prototipos de baja y alta fidelidad:

- *Prototipo de estructura de la información:* representa el diseño de contenidos e involucra la navegabilidad e interacción del usuario con el objeto.
- *Prototipo de la estructura didáctica y multimedia de las unidades conceptuales:* contiene los componentes didácticos y multimedia del OA.
- *Prototipo de la interfaz de usuario:* define un estilo que garantiza la coherencia visual y funcional de todo el OA.

Cada uno de los prototipos debe ser evaluado por parte de los usuarios finales, aplicando los tipos de evaluación descritos en el momento de evaluación. Es importante aclarar que en este momento se pueden reutilizar componentes realizados en otros OA, o partir de un OA existente, por lo cual, es posible omitir etapas y actividades que se consideren pertinentes, sin dejar de realizar evaluaciones que permitan detectar aspectos faltantes en las partes reutilizadas.

Durante este momento, el diseño del OA es independiente del estándar de metadatos y empaquetado, pero es importante proveer los mecanismos necesarios para que dentro del ciclo de vida del desarrollo del objeto, se incluyan los esfuerzos requeridos para cumplir con los estándares de metadatos y empaquetado, como: SCORM [48] y LOM [19]. A continuación se presentan los objetivos, roles, diagrama de flujo de trabajo, etapas, actividades, entradas y salidas a tener en cuenta para el desarrollo del OA en este momento.

## Objetivos

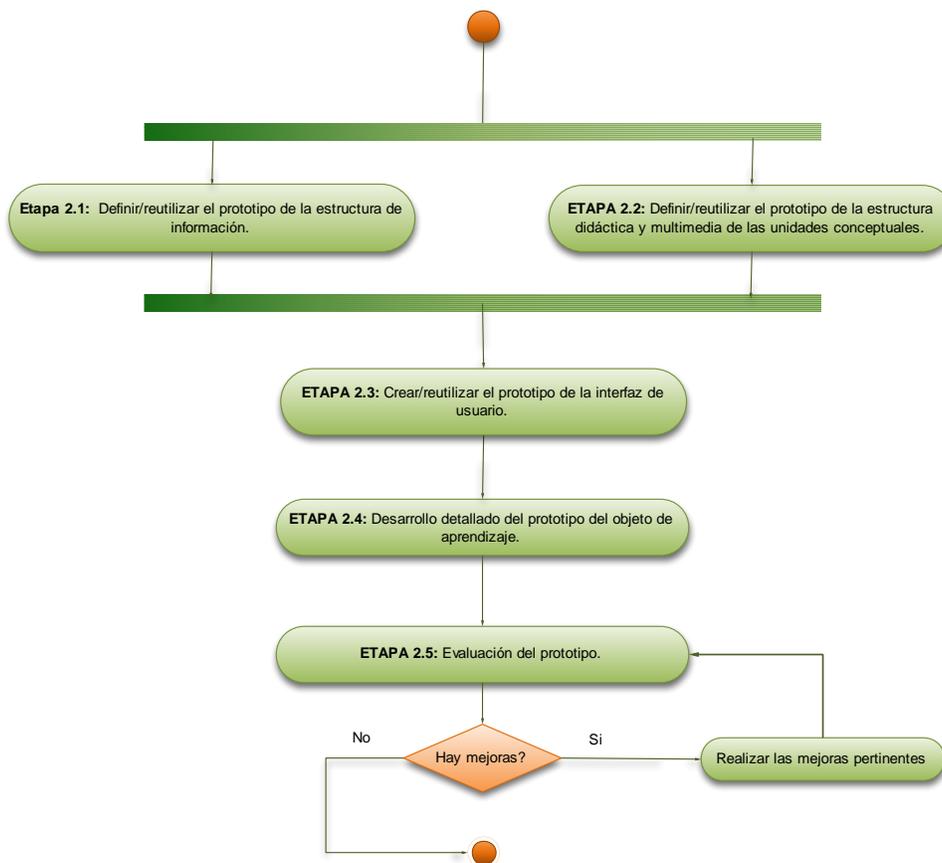
- Definir el prototipo de estructura de información del OA.
- Establecer la estructura didáctica y multimedia de las unidades conceptuales.
- Diseñar la interfaz gráfica o visual del OA.
- Construir el prototipo final del OA, que incluye el prototipo de: estructura de información, interfaz gráfica, y estructura didáctica y multimedia de cada una de las unidades conceptuales.
- Evaluar cada uno de los prototipos creados en este momento.

## Roles asociados al momento de pre-construcción:

- **Coordinador del equipo de trabajo:** es el encargado de orientar el trabajo a desarrollar, además controla el cumplimiento de las responsabilidades de cada miembro del equipo de trabajo.
- **Diseñador:** elabora la estructura de información y desarrolla todos los prototipos del OA, creados en este momento.
- **Pedagogo etnoeducador:** define la estructura y organización de las unidades conceptuales, participa junto con el diseñador en el desarrollo de la estructura de información y del prototipo del OA.
- **Evaluador - experto:** evalúa cada uno de los prototipos realizados, así como la cantidad y calidad de los contenidos, su estructura y organización.
- **Usuario:** realiza la evaluación de los prototipos creados en este momento, teniendo en cuenta aspectos de usabilidad, pedagógicos, nivel de aprendizaje y contenidos.

- **Encargado de pruebas:** prepara los formatos y los demás elementos necesarios para el desarrollo de las pruebas planteadas para este momento.

**Flujo de trabajo:** en la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de trabajo que se realiza en este momento.



**Figura 10.** Diagrama de flujo de trabajo del momento pre-construcción.

Para el desarrollo de este momento se realizan las siguientes etapas.

### **ETAPA 2.1: Definir el prototipo de la estructura de información**

**Descripción:** el diseño de contenidos es muy importante para definir específicamente qué tipo de contenidos propuestos en el momento anterior se aceptan y cuáles no. El propósito es ofrecer calidad de contenidos y controlar la información que se publique, pues debido al carácter cultural y político de la comunidad indígena Yanakona, se debe tener mucho cuidado en el manejo de su información, por ello los contenidos que se generen deben contar con el visto bueno de las autoridades indígenas y ser acordes con su cultura, usos y costumbres.

Partiendo de la información recogida en el momento de análisis y planeación, se generan las primeras alternativas de diseño, con el propósito de obtener el prototipo de estructura de información, por lo cual se definen elementos como: estructura de información, navegabilidad e

interacción del usuario con el OA. Para el desarrollo de esta etapa, inicialmente se utilizan técnicas de arquitectura de información y usabilidad referentes a la indagación e interacción con el usuario. Los cuales se presentan en la siguiente tabla y se describen ampliamente en el Anexo J.

Técnicas de arquitectura de información y usabilidad	
Técnicas de indagación e interacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aproximación por grupos (Reuniones).</li> <li>- Aproximación individual (Entrevistas, encuestas, cuestionarios).</li> <li>- Generación de ideas.</li> <li>- Diseño de escenarios.</li> <li>- Diseño participativo.</li> </ul>

**Tabla 6.** Técnicas de arquitectura de información u usabilidad seleccionadas.

Para la selección de las técnicas se recomienda tener preestablecidos los perfiles de usuario, y tener en cuenta las necesidades específicas del contexto, es de aclarar que el equipo de trabajo si lo desea, puede utilizar otras técnicas complementarias a las especificadas en la tabla anterior, de tal manera que se mejoren los resultados de su aplicación.

El propósito de indagar a los usuarios en este momento, es orientar el diseño de la estructura, clasificación o categorización de los contenidos, para lograr el cumplimiento de cada uno de los requerimientos establecidos a partir de las especificaciones del usuario.

En esta etapa se ejecutan las siguientes actividades con el fin de definir el prototipo de la estructura de información, en la definición de estas actividades se ha tenido en cuenta el estándar ISO/IEC 14915 [40] en su parte 1 y 2.

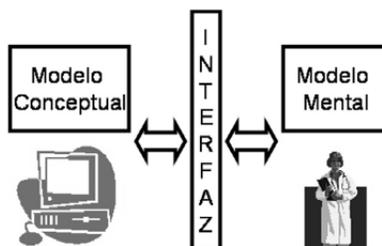


**Figura 11.** Actividades para definir el prototipo de la estructura de información del OA.

**Actividad 1: Desarrollar el modelo conceptual.** El modelo conceptual puede entenderse como una descripción del OA propuesto en términos de un conjunto integrado de ideas y conceptos

sobre lo que debe hacer, cómo debe comportarse y parecer, la falta de modelo conceptual conlleva actuar de memoria: el usuario no comprende la razón de por qué funcionan las cosas [59].

El modelo conceptual del OA debe constituir una abstracción externa que describa mediante diagramas y notaciones, el conocimiento que debe poseer el usuario acerca del OA ver Figura 12. Por ello es muy importante la participación de los usuarios, tanto para su definición como para su evaluación.



**Figura 12.** El diálogo entre el modelo conceptual y el modelo mental de los usuarios se realiza por medio de la interfaz [59].

**Actividad 2: Establecer la estructura y organización global de contenidos del OA.** La ejecución de esta actividad contempla dos aspectos: la primera relacionada con la organización de los contenidos y la segunda con la estructura conceptual del OA, cuyo proceso se describe en el apartado 2 y 3 del Anexo H. En la primera parte del estándar ISO/IEC 14915 [40][41], se proponen técnicas como: sinopsis, guiones gráficos, las cuales podrían tenerse en cuenta a la hora de diseñar los contenidos, con el fin de comprender sus diferentes partes e interrelaciones.

Conviene que el diseño del contenido tenga en cuenta los objetivos de comunicación, con el propósito de orientar el desarrollo o la selección del contenido, su estructura, su tipo y sus adecuadas representaciones. En la norma ISO/IEC 14915-3 [60] se proporcionan más orientaciones acerca de los tipos de información y de la selección de los medios y de sus combinaciones.

**Actividad 3: Crear el diseño de interacción.** En el diseño de interacción, se define la disposición de los elementos interactivos en la interfaz del OA, de acuerdo con las tareas a realizar su consecución funcional y en compromiso con los principios de usabilidad. En definitiva, se establece el diálogo con el usuario [59]. Del mismo modo la interacción especifica la manera como los usuarios pueden acceder a las diferentes partes del contenido y controlarlas o manejarlas, lo cual puede realizarse con el uso del teclado o el mouse, y también por medio de elementos multimedia donde no solo actué el sentido visual si no también el auditivo. El proceso para desarrollar esta actividad se describe en la sección 4 del Anexo H.

**Actividad 4: Definir la navegabilidad del OA.** Según el estándar ISO/IEC 14915-1 [40], entre los aspectos de diseño se incluyen las rutas de usuario para el acceso a la información. En esta actividad se define la comunicación de cada categorial conceptual, núcleo temático y las unidades conceptuales, los posibles enlaces o rutas que el usuario puede utilizar para recorrer el OA. Aquí se realizan dos tareas:

- La primera consiste en el diseño de los elementos de navegación que permiten recorrer el OA por parte del usuario, estos elementos son: menús estáticos o desplegados, barras de navegación, enlaces alternativos, etiquetas, enlaces a contenidos y elementos multimedia, mapa del OA y las metáforas o iconos.  
Para definir el orden de los contenidos o etiquetas en los menús estáticos o desplegados y barras de navegación, se recomienda utilizar técnicas de arquitectura de información como la ordenación de tarjetas y el análisis de secuencia descritas en el Anexo J.
- La segunda consiste en definir el modelo de navegación para posteriormente realizar el mapa de navegabilidad, el cual es evaluado y rediseñado si es necesario. La estructura o modelo de navegación puede ser: lineal, en árbol o en red, tal como se expone en el apartado 3.7 del estándar ISO/IEC 14915-2 [41], y se muestra en la sección 5 del Anexo H, del mismo modo durante el diseño de los caminos disponibles en una interfaz de usuario, es conveniente tener en cuenta aspectos expuestos en el estándar ISO/IEC 14915-1 [40], que se presentan en la sección 6 del Anexo H.

Finalmente, se realiza un prototipo que representa de manera gráfica la estructura completa de información del OA, donde se incluye la interacción, estructura y organización de contenidos y la navegabilidad. Este prototipo es evaluado teniendo en cuenta los tipos de evaluación propuestos en el momento de evaluación del modelo MYNDOVA. Para la recolección de los prototipos desarrollados en esta etapa, se propone la plantilla presentada en la Tabla 23 descrita en el Anexo F.

## **ETAPA 2.2: Definir el prototipo de la estructura didáctica y multimedia de las unidades conceptuales**

**Descripción:** el diseño de la estructura didáctica y multimedia, se realiza por cada elemento educativo que conforma las categorías conceptuales, esta etapa es una de las más importantes dentro del momento de pre-construcción, porque la estructura didáctica y multimedia es un factor importante para que los usuarios apropien los contenidos plasmados en el OA.

Esta actividad es desarrollada por todo el equipo de trabajo en especial participan el evaluador, el diseñador y el pedagogo etnoeducador, además es posible la participación de otros actores como lo son los miembros del Programa de Educación Yanakona, quienes proveen en gran parte la información sobre los conocimientos y saberes de la comunidad yanakona. Para el desarrollo de esta etapa se propone la plantilla presentada en la Tabla 24 descrita en el Anexo F.

En el estándar ISO/IEC 14915-1 [40] en el apartado 5.2.3, se incluyen principios específicos para el diseño de aplicaciones multimedia, los cuales se presentan en la sección 7 del Anexo H, dichos principios son útiles en el diseño de la estructura multimedia del OA.

## **ETAPA 2.3: Crear el prototipo de la interfaz de usuario**

**Descripción:** uno de los aspectos más importantes en los sistemas interactivos reside en el diálogo con el usuario. La interfaz es la parte (hardware y software) del sistema informático que facilita al usuario el acceso a los recursos del computador. En este sentido, Thimbleby [61] sugiere

que la interfaz determinará en gran medida la percepción e impresión que el usuario poseerá de la aplicación, en este caso del OA.

El estándar ISO/IEC 9241 [38] considera que la interfaz gráfica juega un papel importante en la usabilidad y define como parámetros que afectan al aspecto gráfico de la interfaz: la claridad, la coherencia, la identificabilidad, la legibilidad y la comprensibilidad; por lo cual el propósito de esta etapa, es definir un estilo que garantice la coherencia visual y funcional de todo el OA, determinando junto con los usuarios aspectos relacionados con el diseño de la interfaz visual del OA que incluye elementos como: colores, metáforas, fuente tipográfica, organización de los elementos en la interfaz, efectos y animaciones, logos, iconos etc.

En esta etapa es importante tener en cuenta los requisitos y recomendaciones sobre la creación de iconos presentadas en el estándar ISO/IEC 11581-1 0 y los lineamientos respecto al diseño presentados en el Capítulo 5 de este documento. Para la recolección de los prototipos desarrollados en esta etapa, se propone la plantilla presentada en la Tabla 23 descrita en el Anexo F.

#### **ETAPA 2.4: Desarrollo detallado del prototipo del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** esta etapa es el resultado de la evolución de las etapas y actividades anteriores, las cuales han pasado por varias iteraciones e incrementos de prototipado y su correspondiente evaluación, rediseño y mejoras; llegando a un punto óptimo en el diseño de cada uno de los componentes del OA a nivel: didáctico, funcional y educativo. De esta forma se crea un prototipo final de alta fidelidad, que integra a la interfaz visual cada uno de los prototipos realizados previamente, con el propósito de obtener un prototipo para ser implementado en el siguiente momento. Para la recolección de los prototipos desarrollados en esta etapa, se propone la plantilla presentada en la Tabla 25 descrita en el Anexo F.



**Figura 13.** Prototipos necesarios para el desarrollo del prototipo final del OA

#### **ETAPA 2.5: Evaluación del prototipo**

**Descripción:** en esta etapa se evalúa el prototipo del OA obtenido en la etapa anterior, teniendo en cuenta los tipos de evaluaciones descritos en el momento de evaluación del modelo. De acuerdo a los resultados de estas evaluaciones se realizan las mejoras y rediseño necesarios al prototipo del OA, hasta obtener un prototipo final que cumpla con los requerimientos definidos al inicio de la construcción del OA.

En la siguiente tabla se presentan las entradas y salidas de este momento.

Entradas	Salidas
Tema y requerimientos funcionales y educativos del OA.	Prototipo del OA.
Perfil de usuarios.	Lineamientos.
Plan de trabajo.	
Lista de riesgos y plan de contingencia.	
Información recolectada para cada unidad conceptual (documentos, imágenes, video, audio etc.)	
Documento de contenidos del OA.	
Criterios de evaluación.	
Lineamientos y plantillas.	

**Tabla 7.** Entradas y salidas del momento de pre-construcción.

### 3.8.3 TERCER MOMENTO: CONSTRUCCIÓN

En este momento se desarrollan etapas y actividades para la construcción del OA, a partir del prototipo creado en el momento anterior, por lo cual es necesario seleccionar herramientas software para la creación del OA, además se especifican y construyen los componentes a ser utilizados como: botones, menús, imágenes, videos, animaciones, applets, en caso de ser necesarios.

Una vez se construye el OA, se ejecutan pruebas, para valorarlo antes de empaquetarlo y publicarlo en el LMS y/o repositorio de objetos de aprendizaje. Si después de analizar las evaluaciones se presentan errores, se debe retornar al momento o etapa en la cual se realizará la retroalimentación y mejoras al objeto construido. Posteriormente se adecua el OA al estándar seleccionado y se publica en el LMS y/o repositorio de OA. A continuación se presentan los objetivos, roles, diagrama de flujo de trabajo, etapas, actividades, entradas y salidas a tener en cuenta para el desarrollo del OA en este momento.

#### Objetivos

- Construir el OA.
- Realizar las evaluaciones respectivas del OA construido.
- Publicar el OA en un LMS y/o repositorio de objetos de aprendizaje.

#### Roles asociados al momento de construcción:

- **Desarrollador:** es el encargado de seleccionar las herramientas software para el desarrollo del OA, realiza los cambios que sugiera el usuario y/o el evaluador - experto, además, adecua el OA al estándar seleccionado y lo publica en el LMS y/o repositorio de OA.
- **Pedagogo etnoeducador:** es el encargado de apoyar al desarrollador en la construcción del OA, resolver dudas respecto aspectos pedagógicos y participar en la evaluación del objeto basados en los elementos y criterios establecidos en el momento de evaluación.
- **Evaluador - experto:** es el encargado de evaluar el OA, así como la cantidad y calidad de los contenidos finales, su estructura y organización.

- **Usuario:** realiza las evaluaciones al OA.
- **Encargado de pruebas:** prepara los formatos y los demás elementos necesarios para el desarrollo de las pruebas ejecutadas en este momento.

**Flujo de trabajo:** en la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de trabajo que se realiza en este momento.



**Figura 14.** Diagrama de flujo de trabajo momento construcción.

Para el desarrollo de este momento se realizan las siguientes etapas.

### ETAPA 3.1: Construcción del objeto de aprendizaje

**Descripción:** esta etapa es especialmente técnica, en ella se construye el OA de acuerdo a lo establecido en el momento de pre-construcción. Además se construyen varios prototipos software que serán versiones del OA final, los cuales serán probados por los usuarios del equipo de trabajo. Para el desarrollo de esta etapa se deben realizar las siguientes actividades:

**Actividad 1. Elegir el software para la construcción del OA.** Al tratarse de un OA es importante seleccionar las herramientas o programas software adecuados que se utilizarán para crear el OA, por ello se debe escoger un software que ofrezca la funcionalidad necesaria para cumplir con los requerimientos identificados, y además se debe tener en cuenta criterios como facilidad de mantenimiento y actualizaciones, facilidad de uso, escalabilidad, costos de licencia, entre otros. En la siguiente tabla se muestra una lista de herramientas de software libre y propietario que podrían ser utilizadas como alternativas para la creación de OA, las cuales se describen ampliamente en el Anexo K.

Herramientas de software libre y propietario para apoyar la creación y publicación de objetos de aprendizaje	
Herramientas para edición de texto	
Software libre u open source	Software propietario

OpenOffice Write	Microsoft Word
Kword	Apple Works
Scribus	Adobe FrameMaker
	Adobe InDesign
<b>Herramientas para edición de imágenes</b>	
GIMP	Adobe Photoshop
INKSCAPE	Illustrator
Krita	Paint Shop Pro
<b>Herramientas para la edición de sonido y video</b>	
Audacity	SoundForge
Jahshaka	Adobe Premiere
	Media Studio Pro, Shake
<b>Herramientas de video de pantalla</b>	
CamStudio	Camtasia studio
Wink	WinSnap
<b>Herramientas para editar presentaciones</b>	
OpenOffice impress	Microsoft PowerPoint
<b>Herramientas para edición de mapas mentales</b>	
CmapTools	MindManager
Freemind	iMindMap
<b>Herramientas para creación web</b>	
Amaya	Adobe Dreamweaver
Quanta Plus	Microsoft FrontPage
Kompozer	Adobe Go Live
<b>Herramientas para animación 2D</b>	
KToon	Macromedia Flash
Power Bullet	Toon Boom Studio
<b>Herramientas para edición de metadatos y empaquetado de objetos de aprendizaje</b>	
Reload editor	Scorm Editor
<b>Herramientas para validar paquetes SCORM</b>	
Scorm Player	
<b>Herramientas para crear ejercicios educativos</b>	
Hot Potatoes	AuthorWare
JClic	EasyProf
Web Questions	
Ardora	
<b>Herramientas para crear contenidos SCORM</b>	
eXe	QS-Author
	Microsoft Learning Content Development System
	Authorware

**Tabla 8.** Herramientas de software libre y propietario para la construcción de OA.

**Actividad 2. Construcción de los componentes multimedia.** Una vez se defina la herramienta o el programa software para la creación del OA, se construyen los componentes multimedia que se utilizarán en la implementación del OA, por ejemplo: botones, menús, imágenes, videos, animaciones, applets etc, los cuales serán evaluados por los usuarios que participan en el equipo de trabajo.

**Actividad 3. Implementación del OA.** En esta actividad se construye el OA, que integra cada uno de los requerimientos establecidos en el prototipo construido en el momento anterior. El desarrollador del OA es el responsable de seleccionar y aplicar la metodología adecuada para implementar el software.

Si el OA a ser construido incluye en su implementación componentes y elementos multimedia o una aplicación multimedia en su totalidad, conviene que se diseñen de acuerdo con los principios ergonómicos generales descritos en el estándar ISO/IEC 9241-11[38]. Para la presentación de los prototipos obtenidos en esta etapa, se puede utilizar la plantilla presentada en la Tabla 23 descrita en el Anexo F.

### **ETAPA 3.2: Evaluación del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** durante toda la construcción del OA, se realizan evaluaciones o pruebas principalmente por el usuario del equipo de trabajo, teniendo en cuenta aspectos de usabilidad, técnicos, de contenido, pedagógico - didáctica y nivel de aprendizaje, siguiendo lo establecido en el momento de evaluación. Para realizar el proceso de evaluación, se proponen las plantillas presentadas en la sección uno del Anexo F. Realizadas las pruebas y evaluaciones, se hace un análisis que permita identificar una lista de errores del OA, donde se establezca en qué momento o etapa se debe regresar para ejecutar las mejoras y rediseño pertinentes.

### **ETAPA 3.3: Adecuación del objeto de aprendizaje al estándar seleccionado**

**Descripción:** una vez se ha construido y evaluado satisfactoriamente el OA, se procede a incorporar los componentes y asociarlos adecuadamente para que así, cumpla con los requerimientos establecidos por el estándar de OA seleccionado. Para ello se debe realizar las siguientes actividades:

**Actividad 1. Elegir el estándar del OA.** La elección del estándar se toma de acuerdo a las especificaciones y características que debe ser capaz de brindar, como la interoperabilidad y reusabilidad, entre otros elementos requeridos para la construcción del OA.

**Actividad 2. Editar metadatos del OA.** Para editar el archivo de metadatos de los OA construidos con el modelo MYNDOVA, se han definido junto con el PEY algunos campos obligatorios y opcionales, bajo el estándar LOM [19], los cuales se presentan en la Tabla 27 de este documento, y en el Anexo L se describe el proceso de elección y descripción de dichos metadatos. Para registrar esta actividad se propone la plantilla presentada en la Tabla 26 del Anexo F.

Para la edición de los metadatos del OA, se debe emplear un software, mediante el cual, se construye el manifiesto<sup>28</sup> y demás archivos XML, que contienen la información de los metadatos asociados a los OA, los cuales son útiles para accederlos, tanto por personas como por otras aplicaciones software. En la Tabla 57 presentada en el Anexo K se describe una herramienta de software libre que permite la edición de los metadatos.

---

<sup>28</sup> Es un archivo en formato XML que contiene los metadatos del OA.

**Actividad 3. Empaquetar el OA.** Consiste en la generación del archivo empaquetado y comprimido. El paquete generado contiene el manifiesto del objeto, los archivos fuente del OA, y esquemas que definen la estructura de dicho manifiesto. Para esta actividad también se debe emplear un software que cumpla con este propósito, generalmente el software que realiza la generación de metadatos permite el empaquetamiento del OA. El producto de esta etapa es la adecuación del OA al estándar seleccionado.

#### **ETAPA 3.4: Publicación del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** la publicación del OA, constituye una de las actividades importantes en este momento, pues de esta forma los usuarios puedan acceder y visualizar el OA. La actividad desarrollada en esta etapa consiste en:

Elegir o implementar un LMS y/o repositorio de OA, adecuado a las características culturales de la comunidad; para ello se debe realizar una exploración tecnológica, un análisis etnográfico y pruebas de usabilidad con miembros de la comunidad, además personalizar la interfaz gráfica con características de la comunidad, igualmente en la elección del LMS o repositorio se debe tener en cuenta que soporte el estándar de OA seleccionado en la etapa anterior. En el capítulo 4 se presenta el proceso de selección de un LMS para la comunidad yanakona, y la adaptación de aspectos de su interfaz gráfica, de acuerdo a las características culturales de la comunidad. Una vez se haya elegido el LMS o repositorio se realiza la publicación del OA.

En la siguiente tabla se presentan las entradas y salidas de este momento.

Entradas	Salidas
Prototipo del OA.	OA final integrado a la plataforma virtual de aprendizaje y/o el repositorio de OA.
Lineamientos y plantillas.	
Criterios de evaluación.	

**Tabla 9.** Entradas y salidas del momento de construcción.

#### **3.8.4 CUARTO MOMENTO: POST-CONSTRUCCIÓN**

Una vez se tenga visualizado el OA en el LMS y/o repositorio, se procede a realizar nuevamente evaluaciones de usabilidad, pedagógicas-didácticas y evaluaciones de contenido, con la diferencia de que dichas evaluaciones son efectuadas por una muestra de usuarios finales de la comunidad, donde se trata de incluir, al menos un participante por cada tipo de usuario.

Cuando el OA haya superado las evaluaciones, se puede decir que está listo para su evaluación final en un entorno educativo real, es decir una prueba piloto, donde se busca valorar el impacto pedagógico evaluando el nivel de apropiación de conocimiento que adquiere el usuario al explorar el OA. Es importante considerar esta actividad, para que el OA además de estar técnica y conceptualmente bien desarrollado, cumpla con los requerimientos educativos planteados. A continuación se presentan los objetivos, diagrama de flujo de trabajo, roles, etapas, actividades, entradas y salidas a tener en cuenta para el desarrollo del OA en este momento.

## Objetivos

- Evaluar el OA visualizado en la plataforma virtual y/o repositorio por parte de los usuarios finales.
- Realizar una prueba piloto en un curso o escenario real.
- Mejorar el OA si es necesario.

**Flujo de trabajo:** en la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de trabajo que se realiza en este momento.

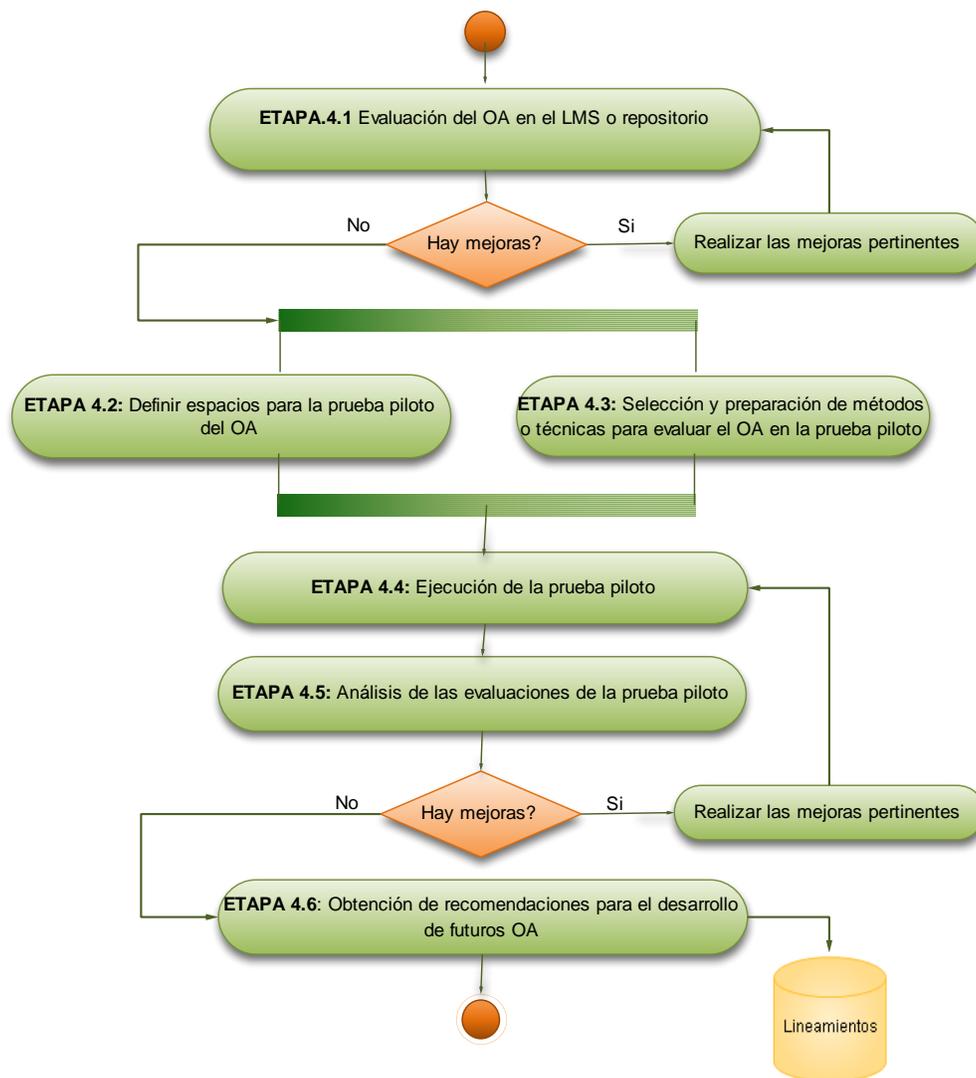


Figura 15. Diagrama de flujo momento post-construcción.

## Roles asociados al momento de post-construcción:

- **Encargado de pruebas:** es la persona que propone las técnicas para las pruebas, se encarga de observar y analizar el desempeño del OA mientras lo exploran los usuarios, además aplica

encuestas, entrevistas u otras técnicas que permitan mediante su análisis, identificar aspectos para optimizar el OA; es el responsable de analizar los resultados y de proponer junto con el pedagogo las mejoras técnicas y pedagógicas en el caso de ser necesarias.

- **Usuario:** además de utilizar el OA para apropiar conocimiento, se encarga de explorar y realizar las evaluaciones al OA teniendo en cuenta aspectos de usabilidad, contenidos, pedagógica - didáctica, y nivel de aprendizaje.
- **Diseñador y desarrollador:** se encarga de realizar las mejoras al OA.
- **Pedagogo etnoeducador:** es quien selecciona y aplica métodos de indagación o interacción que permitan evaluar el aporte pedagógico del OA para los usuarios. Del mismo modo es el encargado de apoyar al diseñador en el proceso de mejora del OA y resolver dudas respecto a aspectos pedagógicos.

#### **ETAPA.4.1 Evaluación del OA en el LMS o repositorio**

**Descripción:** Para el desarrollo de esta etapa se siguen las actividades descritas en el momento de evaluación, y además en la selección de usuarios es importante tener en cuenta, que el número de participantes requeridos para un análisis depende del nivel de calidad exigida, así como de las características propias de cada estudio, el número pueden variar desde tres a cinco hasta más de cuarenta personas [62]. Considerando que los miembros de la comunidad indígena Yanakona cuentan con muy poca disponibilidad de tiempo y una característica que influye considerablemente en la selección de usuarios finales, es la cantidad de diferentes perfiles que forman parte de la audiencia objetivo [62], en este momento se recomienda seleccionar un grupo mayor o igual a cinco personas, donde se incluyan los diferentes tipos de usuarios que usarán el OA.

Al ejecutar las evaluaciones se recomienda el acompañamiento de algún(os) de lo(s) miembro(s) del equipo de trabajo, para que conozcan el desempeño de los usuarios en el momento de utilizar el OA, y el impacto educativo alcanzado, del mismo modo el proceso de mejoras al OA.

*Una vez el OA haya superado las evaluaciones de esta etapa, se puede decir que el OA está listo para su evaluación final en un entorno educativo real, es decir una prueba piloto, donde lo primordial es evaluar el impacto y aporte pedagógico del OA final en la realidad. Para la ejecución de la prueba piloto se realizan las siguientes etapas:*

#### **ETAPA 4.2: Definir espacios para la prueba piloto del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** teniendo en cuenta que el proceso educativo en las comunidades indígenas no sólo se realiza en la aula de clase, se debe buscar espacios como la asamblea o encuentros de la comunidad yanakona, para que un grupo de usuarios finales perteneciente a dicho contexto, exploren el OA y posteriormente realicen las evaluaciones propuestas, para verificar el alcance de los requerimientos planteados del OA dentro de un entorno real. Los encargados de realizar esta etapa pueden ser: el pedagogo-etnoeducador y el encargado de pruebas. Para definir los espacios de ejecución de la(s) prueba(s) piloto, se puede utilizar la plantilla presentada en la Tabla 27 descrita en el Anexo F.

#### **ETAPA 4.3: Selección y preparación de métodos o técnicas para evaluar el OA en la prueba piloto**

**Descripción:** el principal objetivo de esta etapa es seleccionar los métodos o técnicas para valorar el aporte pedagógico del OA, el cual puede valorarse con los resultados de la evaluación pedagógica – didáctica y nivel de aprendizaje, sin embargo, también se recomienda realizar los otros tipos de evaluaciones propuestos en el modelo MYNDOVA, con el fin de evaluar si aún existen aspectos de usabilidad y contenidos por mejorar. A continuación se presentan algunas actividades para evaluar el aporte pedagógico del OA, definidas junto con el Programa de Educación Yanakona:

- Plantear una actividad que permita identificar los conocimientos previos que tienen los usuarios respecto al tema propuesto en el OA, para posteriormente comparar los resultados con evaluaciones que se realicen después de haber explorado el OA.
- Organizar un grupo de control que utilice la clase tradicional y otro grupo que explore el OA para adquirir conocimientos, posteriormente se realizan evaluaciones.
- Si dentro de la estructura del OA se han formulado evaluaciones o actividades, éstas serán otro instrumento para medir el aporte pedagógico del OA.

Además de las evaluaciones propuestas, se deben preparar métodos o técnicas de indagación como encuestas o entrevistas (ver Tabla 44 descrita en el Anexo J), que permitan valorar si realmente el usuario adquirió un conocimiento que lo lleve a la investigación y reflexión. En esta etapa también se pueden plantear actividades para conocer la opinión del usuario respecto al uso de los OA como mecanismo de aprendizaje, y descubrir aspectos que puedan mejorarlos. En la Tabla 11 descrita en el Anexo F, se propone una plantilla para desarrollar esta etapa.

#### **ETAPA 4.4: Ejecución de la prueba piloto**

**Descripción:** en esta etapa se busca probar el OA en un espacio real de la comunidad indígena Yanakona. Una vez se tenga el grupo de usuarios, los métodos de indagación e interacción preseleccionados, el encargado de pruebas acompaña a los usuarios en la exploración del OA y aplica las evaluaciones preestablecidas. Para el desarrollo de esta etapa se propone la plantilla expuesta en la Tabla 28 descrita en el Anexo F.

Vale aclarar que para la comunidad indígena Yanakona, las evaluaciones propuestas en el OA deben llevar a la investigación y la reflexión en torno a su cultura, por lo cual, las evaluaciones planteadas no sólo se pueden limitar a preguntas y respuestas del tema, sino que además, se deben proponer actividades que motiven a consultar, practicar, investigar y vivir experiencias con la comunidad. Por ejemplo, si el tema central del OA es la “chagra<sup>29</sup>”, dentro del OA se pueden formular actividades donde se planteen preguntas de reflexión, tareas de investigación y la construcción de la chagra escolar o casera.

Se espera que los docentes, el Programa de Educación Yanakona y/o quien utilice el OA para la enseñanza, sean los encargados de realizar el acompañamiento de las evaluaciones propuestas, porque solo ellos pueden medir el impacto del contenido del OA para el fortalecimiento de la educación propia yanakona.

---

<sup>29</sup> Huerta casera del frente de la casa de la comunidad indígena Yanakona.

#### ETAPA 4.5: Análisis de las evaluaciones de la prueba piloto

**Descripción:** en esta etapa se hace el análisis de las evaluaciones e investigaciones propuestas en el OA y los métodos de indagación o interacción, utilizados para conocer las opiniones de los usuarios y el impacto del OA, además se comparan los resultados de las evaluaciones realizadas respecto a los conocimientos previos que tenían los usuarios antes de utilizar el OA.

Dicho análisis permiten compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias para mejorar aspectos del OA y desarrollos posteriores, los cuales pueden plasmarse en la plantilla presentada en la Tabla 13 descrita en el Anexo F. Si en esta etapa se encuentran errores, se regresa a la actividad pertinente donde se realiza la mejora y se continúa con el proceso.

#### ETAPA 4.6: Obtención de recomendaciones para el desarrollo de futuros objetos de aprendizaje

**Descripción:** después de haber realizado las mejoras y obtenido un OA de calidad, se ejecuta un análisis del proceso realizado hasta el momento, con el fin de obtener las recomendaciones o sugerencias para la construcción de nuevos OA. Para el desarrollo de esta etapa el modelo ofrece la plantilla presentada en la Tabla 29 descrita en el Anexo F.

A continuación se presentan las entradas y salidas de este momento.

Entradas	Salidas
OA en el LMS.	Aspectos claves en el rediseño del OA, en el caso que sea necesario modificar el OA.
Criterios de evaluación.	
Métodos y técnicas de evaluación.	Resultado y conclusiones de la prueba piloto del OA.
Lineamientos y plantillas.	Recomendaciones para el desarrollo de futuros OA.

**Tabla 10.** Entradas y salidas del momento de post-construcción.

### 3.8.5 QUINTO MOMENTO: EVALUACIÓN

La primera parte del estándar ISO/IEC 14598 [63] expone que el propósito de la evaluación del software es hacer que tanto el desarrollo y la adquisición del software cumplan las expectativas y necesidades del usuario, por lo tanto la evaluación es un proceso fundamental en la construcción de los OA. El estándar ISO/IEC 9126 [37][36] entrega un marco general para la evaluación de la calidad del software, categorizando la calidad de los atributos software en características como la funcionalidad, fiabilidad, usabilidad y eficiencia. Este modelo de calidad es aplicable a cualquier tipo de software, sin embargo los OA requieren de otras características como las relacionadas con aspectos pedagógicos que este modelo no cubre.

Teniendo en cuenta lo anterior, MYNDOVA ha definido cinco tipos de evaluación que permiten valorar características técnicas y pedagógicas del OA. Las evaluaciones propuestas son: evaluación de contenidos, evaluación de usabilidad, evaluación pedagógica-didáctica y evaluación del nivel de aprendizaje. De igual forma MYNDOVA propone una evaluación técnica, la cual puede ser realizada por un experto o persona que tenga conocimientos en aspectos técnicos de los OA, como por ejemplo: requerimientos de software y edición de metadatos. La siguiente figura muestra los tipos de evaluaciones propuestas:



**Figura 16.** Tipos de evaluación propuestos en el modelo MYNDOVA.

Este momento es uno de los más importantes del modelo, porque describe un conjunto de evaluaciones que son útiles en cualquier momento de la construcción del OA, con el fin de descubrir errores en los prototipos, realimentar el proceso y mejorar el OA. Es importante destacar que independiente del tipo de evaluación, se debe tener en cuenta la parte I del estándar ISO/IEC 14598-1: Evaluación del software - visión general [63], donde se propone que un proceso de evaluación se desglosa en los siguientes pasos:

- Establecer los requerimientos de evaluación.
- Establecer y planear la evaluación.
- Ejecutar la evaluación.

Con el fin de establecer los requerimientos de evaluación de los OA, junto con el Programa de Educación Yanakona se analizó un conjunto de propuestas y modelos de evaluación de OA, con el objetivo de seleccionar y/o adaptar criterios y preguntas adecuadas para valorar los OA de acuerdo a los tipos de evaluación planteados por el modelo MYNDOVA, del mismo modo se propusieron criterios propios de la comunidad. Los requerimientos o criterios de evaluación para cada uno de los tipos de evaluaciones se exponen en el Anexo G.

El modelo MYNDOVA considera que además de establecer, planear y ejecutar la evaluación, se debe realizar un análisis y mejora de los errores encontrados, como se muestra a continuación:



**Figura 17.** Actividades para realizar los diferentes tipos de evaluación propuesto por el modelo.

**Selección de usuarios para realizar evaluaciones al objeto de aprendizaje:** la selección de usuarios para aplicar las evaluaciones depende del prototipo o producto a evaluar, se recomienda que se incluyan los diferentes tipos de usuarios que usarán el OA. Por ejemplo, si el OA está dirigido a niños y jóvenes de las escuelas, padres de familia, líderes, directivos de los cabildos etc., el grupo de usuarios debe tratar de incluir al menos un participante por cada tipo de usuario. Para el registro de los usuarios que realizarán las pruebas, se propone la plantilla presentada en la Tabla 10 descrita en el Anexo F.

**Seleccionar y preparar los métodos ó técnicas más adecuadas para realizar las evaluaciones:** de acuerdo a los usuarios quienes participaran en la evaluación o prueba, se seleccionan y preparan técnicas adecuadas para realizar las evaluaciones propuestas en el modelo. En la preparación de dichas evaluaciones se debe considerar los criterios definidos por la comunidad indígena Yanakona especificados en el Anexo G. Además en la Tabla 11 descrita en el Anexo F se presenta una plantilla para registrar la selección de las técnicas de evaluación. En esta actividad participan: el encargado de pruebas y el pedagogo, quienes pueden ayudar a seleccionar las técnicas de acuerdo a las características de los usuarios.

**Realizar las evaluaciones del objeto de aprendizaje:** el encargado de pruebas aplica al grupo de usuarios seleccionados, cada una de las evaluaciones preparadas. Para este procedimiento es importante la preparación anticipada de todos los recursos necesarios, así como la asignación de diferentes sesiones para cada una de las pruebas, de igual forma se recomienda el acompañamiento de algún(os) de lo(s) miembro(s) del equipo de trabajo, para que conozcan el desempeño de los usuarios en el momento de utilizar el OA. Para registrar la información de las evaluaciones se ofrece la plantilla presentada en la Tabla 12 descrita en el Anexo F.

**Analizar las evaluaciones e identificar los aspectos a mejorar en el objeto de aprendizaje:** una vez se hayan realizado las evaluaciones, se efectúa un análisis de los resultados que permita identificar errores del OA, para posteriormente mejorarlos. De la misma forma se identifica la etapa a la que se debe regresar para revisar el proceso y ejecutar las mejoras. Esta actividad se plasma en un documento donde se describen las mejoras a realizar y los encargados de ejecutarlas, para lo cual se puede utilizar la plantilla presentada en la Tabla 13 descrita en el Anexo F. Es importante destacar que en este análisis se debe obtener recomendaciones para la construcción de futuros OA.

**Efectuar las mejoras del objeto de aprendizaje:** se efectúan las mejoras pertinentes al OA, para ello se regresa a la etapa necesaria donde los responsables de dicha actividad ejecutan los cambios o mejoras respectivas. Es importante que los cambios realizados no afecten el cumplimiento de los requerimientos del OA.

**Verificar y evaluar las mejoras del objeto de aprendizaje:** en esta etapa se realiza la verificación y evaluación de las mejoras realizadas al OA, para lo cual se tiene en cuenta las mejoras identificadas, y se verifica si cada aspecto fue mejorado, hasta alcanzar el cumplimiento de los

requerimientos. Para verificar y evaluar las mejoras se ofrece la plantilla presentada en la Tabla 14 descrita en el Anexo F.

A continuación se presentan los tipos de evaluación establecidos por el modelo MYNDOVA:

**3.8.5.1 Evaluación de contenidos.** Este tipo de evaluación permite valorar la calidad de contenidos dentro del contexto de la materia o problemática que cubren, así mismo, se evalúa la cantidad para ver si es suficiente o si es necesario incluir más temas para cumplir los objetivos.

Respecto a la cantidad de contenido, aunque se menciona que un OA es “una pieza pequeña” o un recurso “modular” no se puede especificar una dimensión precisa, esto dependerá de las necesidades y habilidades del autor para trabajar y conceptualizar trozos de contenidos que irán formando un curso. La forma en la que los recursos se agregan o unen entre sí pueden ayudar a definir su granularidad, también lo puede ser su tamaño en relación al número de páginas, de duración o tamaño del archivo [44]. Sin embargo, el mejor criterio para definir la granularidad de un objeto de aprendizaje es por sus propósitos u objetivos [64].

Esta actividad puede ser realizada por el pedagogo y las personas que tengan conocimiento en el tema propuesto en el OA. Dichas personas pueden ayudar a limitar los contenidos y proponer métodos didácticos para dar a conocerlos y evaluarlos. Así mismo esta evaluación puede ser realizada por los usuarios, en el momento oportuno, para brindar recomendaciones y sugerencias que permitan mejorar los contenidos. Dependiendo del momento en el que se encuentre la construcción del OA, MYNDOVA plantea métodos de indagación e interacción que permitan valorar los criterios de evaluación de contenidos. Para realizar este tipo de evaluación se definió los criterios expuestos en la Tabla 34 descrita en el Anexo G y en la sección dos del mismo anexo se presenta un formato de ejemplo para la realización de esta evaluación.

**3.8.5.2 Evaluación de usabilidad.** Aunque el concepto de usabilidad no es exclusivo de un ámbito concreto, y por tanto existen diversas aproximaciones al mismo, la definición de mayor aceptación es sin duda la presentada por la norma ISO/IEC 9241 [38], Ergonomic requirements for visual display terminals (1998), en su undécima parte, Guidance for usability, en donde la usabilidad se define como el grado con que un determinado producto, en un contexto de uso específico, permite al usuario alcanzar sus objetivos con eficacia, eficiencia y satisfacción.

Las pruebas de usabilidad permiten detectar fallos o aspectos susceptibles de mejorar en el uso del OA, para conseguir objetivos específicos. Esta es una de las evaluaciones en la que es fundamental la participación del usuario final, y se lleva a cabo desde el inicio de la construcción del OA [7]. La Ingeniería del Software considera la usabilidad como uno de los atributos de calidad, el objetivo de que una aplicación, en este caso OA, alcance un nivel de usabilidad adecuado requiere de la aplicación de técnicas de usabilidad, pero este objetivo debe combinarse con otros objetivos clásicos de la ingeniería del software como son la eficiencia, mantenibilidad, fiabilidad, etc. Así, las técnicas de usabilidad deben aplicarse de forma coordinada con las actividades y técnicas de la ingeniería del software, para lograr no sólo un sistema usable, sino con todas las características de calidad [7].

Por lo anterior el modelo MYNDOVA ofrece un conjunto de técnicas adecuadas para ejecutar pruebas de usabilidad durante la construcción del OA, dichas técnicas fueron seleccionadas a partir de los trabajos: recolección de métodos de usabilidad [65], Modelo de Proceso de la

Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad MPIu+a [6] y el Marco de integración de la Usabilidad en el proceso de Desarrollo Software [7], en estos trabajos los autores han definido un conjunto de técnicas, que pueden integrarse a un proceso de desarrollo de software con el fin de desarrollar productos usables y accesibles.

Cada una de las técnicas de usabilidad fue analizada con miembros de la comunidad yanakona, descartando varias de ellas como el prototipado por video y la participación remota, por no ser adecuadas a las características del usuario y entorno yanakona. A continuación se presentan las técnicas que son útiles durante las pruebas, y en la sección dos del Anexo J se expone ampliamente cada técnica ofreciendo la descripción, los usuarios a quienes podría aplicarse, y el momento del desarrollo del OA en el que puede utilizarse.

Métodos y técnicas de usabilidad	
Métodos de indagación	- Aproximación por grupos. - Aproximación individual (encuestas, cuestionarios).
Métodos de inspección	- Paseos cognitivos. - Evaluación heurística.
Métodos de prueba	- Protocolos de expresión del usuario (pensamiento manifestado), protocolo de preguntas. - Métodos Clásicos: método tutorado, método de seguimiento, - Método del descubrimiento conjunto, método de instrucción previa.

**Tabla 11.** Métodos y técnicas de usabilidad seleccionados.

En la Tabla 36 descrita en el Anexo G se presentan los criterios seleccionados para realizar este tipo de evaluación, y en la sección dos del mismo anexo, se ofrece una evaluación de usabilidad basada en los principios heurísticos de Nielsen y la propuesta “Criterios para la evaluación de la usabilidad de los recursos educativos virtuales: un análisis desde la alfabetización en información” [66].

**3.8.5.3 Evaluación técnica:** este tipo de evaluación se propone con el fin de verificar y garantizar que el OA cumpla con los requerimientos funcionales, además se verifica el cumplimiento de los estándares de empaquetado y metadatos, como lo son los estándares SCORM[48] y LOM[19], los cuales fueron seleccionados para el desarrollo de los OA de la comunidad yanakona, así mismo, se evalúa que el OA y se verifica el cumplimiento de los metadatos elegidos como obligatorios para los OA de la comunidad indígena Yanakona.

Vale aclarar que la usabilidad hace parte de los aspectos técnicos de un OA, pero por ser considerada una característica principal de los OA generados con el modelo MYNDOVA, se ha decidido evaluarla separadamente. La evaluación técnica se puede realizar durante los momento de construcción y post – construcción, cuando el OA casi está listo y en el momento de socialización y seguimiento, con el fin de garantizar la calidad de los OA, en caso de ser necesario correcciones o mejoras después de la entrega del producto final. Los criterios de evaluación

técnica se presentan en la Tabla 38 descrita en el Anexo G y en la sección 2 del mismo anexo se presenta un ejemplo para este tipo de evaluación.

**3.8.5.4 Evaluación pedagógica – didáctica.** El principal objetivo de este tipo de evaluación consiste en determinar, si las características del modelo pedagógico yanakona se cumplen satisfactoriamente y se proponen de la mejor manera los conocimientos y saberes adecuados para el fortalecimiento de la cultura e identidad yanakona.

Se espera que los principales encargados de esta evaluación sea el Programa de Educación Yanakona, pues son sus integrantes quienes tienen un amplio criterio para realizar este tipo de evaluación, conocen la visión y misión del modelo pedagógico propio y las temáticas que contribuyen al fortalecimiento de la cultura yanakona. Para realizar este tipo de evaluación se definió los criterios expuestos en la Tabla 35 descrita en el Anexo G y en la sección dos del mismo anexo se propone un formato de ejemplo, para la realización de esta evaluación.

**3.8.5.5 Evaluación nivel de aprendizaje.** Para la comunidad yanakona el nivel de aprendizaje es el grado de apropiación con que los estudiantes adquieren un determinado conocimiento, este se puede determinar de forma cuantitativa y cualitativa [15].

Este tipo de evaluación es fundamental en los momentos donde se utiliza el objeto, ya sea para pruebas o la enseñanza en entornos reales, permite analizar el nivel de apropiación de conocimiento y aporte educativo que ofrece el OA al usuario. Los instrumentos claves para medir el nivel de aprendizaje adquirido se pueden encontrar en las evaluaciones propuestas en el OA, su posterior análisis y el seguimiento de actividades como prácticas o investigaciones que el usuario deba realizar dentro de su comunidad, pues uno de los objetivos del modelo pedagógico yanakona es llevar al individuo a participar, compartir e investigar los procesos de su comunidad para apropiarse su cultura.

Este tipo de evaluación no es tarea fácil, por lo que puede llevar mucho tiempo y es necesario el compromiso de la(s) persona(s) que propongan el OA, los usuarios y el Programa de Educación Yanakona u otras personas expertas en los temas, por ejemplo: líderes, médicos tradicionales, etc. Los criterios propuestos para esta evaluación se presentan en la Tabla 37 descrita en el Anexo G.

**Escala de evaluación:** para muchas de las evaluaciones donde se plantean métodos como encuestas o preguntas, se propone la escala numérica de 1 a 5, como rango de valoración, teniendo en cuenta que 1 es la calificación más baja y 5 la más alta, porque dicha escala es familiar para los miembros de la comunidad yanakona, pues representa calificaciones de: excelente, bueno, regular, aceptable y malo, las cuales son utilizadas en las instituciones educativas y otros contextos de la comunidad.

Valor	Significado
5	Excelente
4	Bueno
3	Regular
2	Aceptable
1	Malo

**Tabla 12.** Escala para la evaluación.

### 3.8.6 SEXTO MOMENTO: SOCIALIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

Los OA no sólo se deben probar y utilizar en uno o dos grupos, porque de ser así estarían destinados a ser utilizados y desaparecer. MYNDOVA además del desarrollo técnico, conceptual y pedagógico del OA, busca que los objetos elaborados logren trascender y sean utilizados por las diferentes comunidades que conforman el pueblo yanakona y otras personas interesadas en conocer las temáticas de la comunidad yanakona. Por lo anterior se define un momento de socialización.

Durante este momento también se plantea realizar un seguimiento del OA construido, teniendo en cuenta los procesos operacional y de mantenimiento del software propuesto en el estándar ISO/IEC 12207[36] donde se busca asegurar el funcionamiento correcto y eficiente del producto durante su uso proyectado y en el ambiente instalado, y modificar el OA o producto software después de la entrega para corregir fallas, mejorar el rendimiento u otros atributos, o adaptarlos a cambios del entorno que se pueden presentar en la comunidad A continuación se presentan los objetivos, roles, diagrama de flujo de trabajo, etapas, actividades, entradas y salidas a tener en cuenta para el desarrollo del OA en este momento.

#### Objetivos

- Seleccionar estrategias que permitan la divulgación del OA.
- Realizar la socialización del OA en los diferentes cabildos y resguardos de la comunidad indígena.
- Analizar el uso del OA a diferentes contextos.
- Realizar el seguimiento del OA durante su utilización en diferentes entornos.

#### Roles asociados al momento de socialización y seguimiento:

- **Pedagogo etnoeducador:** es el encargado de seleccionar y analizar las estrategias de divulgación.
- **Coordinador del equipo de trabajo:** es el encargado de orientar el trabajo a desarrollar. Además controla el cumplimiento de las responsabilidades de cada miembro del grupo de trabajo en el proceso de divulgación del objeto de aprendizaje.
- **Usuario:** es el encargado de explorar y valorar el OA en los diferentes escenarios.

**Flujo de trabajo:** en la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de trabajo que se realiza en este momento.

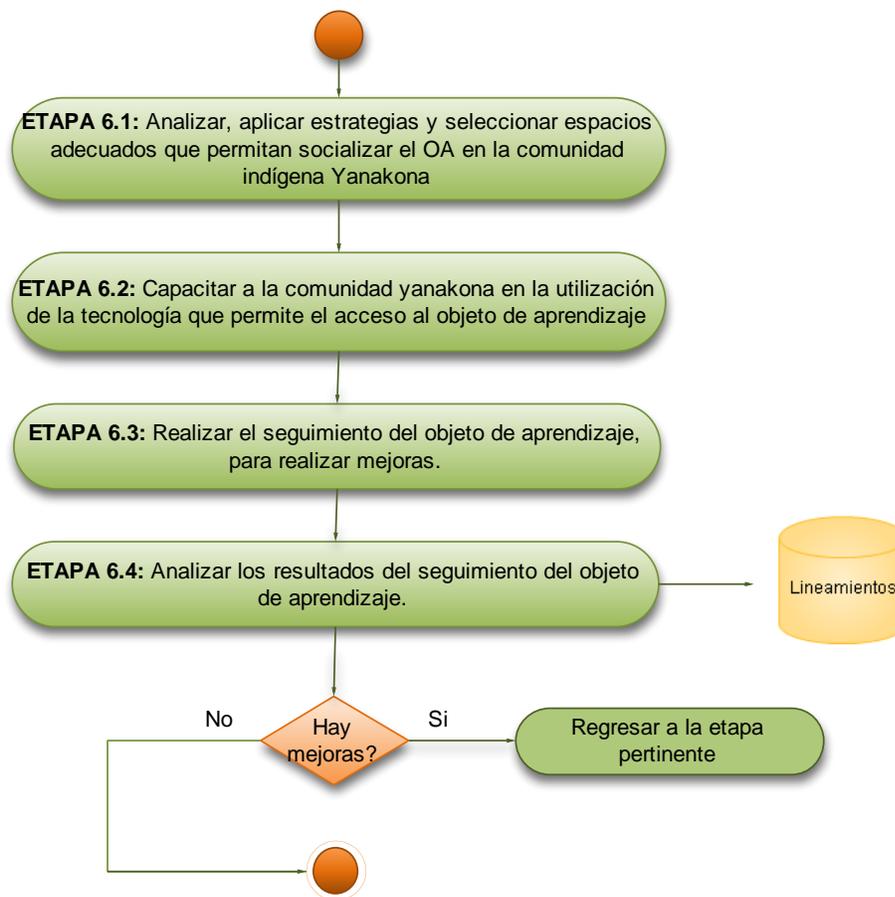


Figura 18. Diagrama flujo de trabajo momento socialización y seguimiento.

**Etapas a seguir:**

**ETAPA 6.1: Analizar, aplicar estrategias y seleccionar espacios adecuados que permitan socializar el objeto de aprendizaje en la comunidad indígena Yanakona**

**Descripción:** esta actividad pretende analizar estrategias que permitan la divulgación del OA. Esta es una tarea del equipo de trabajo, los docentes y las autoridades de la comunidad, pues son ellos quienes pueden decidir cuáles son las estrategias y los espacios donde los OA dependiendo de la temática pueden apoyar el proceso de aprendizaje. Sin embargo en la Tabla 13, se presentan los posibles escenarios, propuestos por el modelo MYNDOVA, donde se pueden socializar los OA.

Escenarios
Asambleas.
Instituciones educativas de básica primaria y secundaria.
Encuentros o eventos organizados por la comunidad yanakona, por ejemplo, mingas de saberes y trueques.

Comunidad virtual educativa del pueblo yanakona. ( <a href="http://www.nacionyanakuna.org/myndova">http://www.nacionyanakuna.org/myndova</a> ).
Telecentros ubicados en el territorio indígena yanakona.
Universidad Autónoma Indígena Intercultural (UAI).
Eventos organizados por entidades externas. Por ejemplo: conferencias, seminarios, congresos educativos, congresos indígenas etc., los cuales son coordinados por organizaciones no gubernamentales, universidades públicas y privadas, el Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC) y el Programa de Educación Bilingüe e intercultural (PEBI).

**Tabla 13.** Escenarios de socialización.

De igual forma MYNDOVA plantea algunas estrategias de divulgación de los OA ver Tabla 14, las cuales pueden ser llevadas a cabo por el Programa de Educación Yanakona, la(s) persona(s) que propusieron y/o realizaron el OA, y/o demás personas que estén interesadas en apoyar la educación yanakona mediante el uso de los OA.

Estrategias de divulgación de los objetos de aprendizaje
Dar a conocer los OA en los centros educativos de la comunidad yanakona.
Participar en eventos culturales y pedagógicos donde los OA puedan mostrarse como una herramienta para adquirir conocimiento propio.
Desarrollar concursos anuales o semestrales de OA que planteen temáticas yanakonas y motiven a los diferentes actores educativos a participar e investigar.
Pedir espacios dentro de las asambleas que realizan los cabildos para dar a conocer los OA.
Crear un ambiente virtual educativo y/o repositorio donde se publiquen los OA, para que la comunidad pueda acceder a ellos. De igual forma dichos espacios deben socializarse.
Publicar un espacio dentro del sitio web de la comunidad yanakona <sup>30</sup> , donde se mencione la importancia de los OA, los OA que se han elaborado y como accederlos.
Publicar un espacio dentro de los sitios web de los resguardos, donde se mencione la importancia de los OA, los OA que se han elaborado y como acceder a ellos.
Visitar emisoras radiales de la comunidad yanakona, para dar a conocer los OA y la forma como pueden ser accedidos.
Proponer que en los censos de los cabildos y resguardos se solicite a los integrantes de la comunidad yanakona, información sobre las direcciones de correo electrónico, para crear listas de divulgación que permitan mantener a los usuarios informados y dar a conocer los OA.

**Tabla 14.** Estrategias de divulgación de los objetos de aprendizaje.

<sup>30</sup> <http://www.nacionyanakuna.org>

Finalmente para el desarrollo de esta etapa se ofrece la plantilla presentada en la Tabla 30 descrita en el Anexo F.

#### **ETAPA 6.2: Capacitar a la comunidad indígena Yanakona en la utilización de la tecnología que permite el acceso al objeto de aprendizaje**

**Descripción:** los OA que se desarrollen para la comunidad indígena Yanakona deben plantear temáticas de interés para los integrantes de la comunidad, y es ideal que sean ellos mismos quienes puedan crear los OA. Por esta razón, todos deberían estar en la capacidad de utilizar la tecnología.

Es importante que las autoridades indígenas propongan y efectúen estrategias para capacitar a las personas en herramientas tecnológicas no solo para acceder a los OA, sino también en herramientas software que permitan la creación o mejora de los mismos, teniendo en cuenta que la mayoría de los pueblos que conforman dicha comunidad poseen una buena infraestructura tecnológica como se describe en el Anexo A. Para planear las capacitaciones se ofrece la plantilla presentada en la Tabla 31 descrita en el Anexo F.

#### **ETAPA 6.3: Realizar el seguimiento del objeto de aprendizaje para ejecutar mejoras**

**Descripción:** el seguimiento de la utilización de los OA es una tarea clave, pues permite observar y analizar factores de éxito o fracaso que pueden tenerse en cuenta en los futuros OA, se recomienda que el principal participante de este proceso sea el docente o equipo de trabajo que propuso y desarrolló el OA. En caso de presentarse falencias, es necesario generar recomendaciones que permitan la mejora del proceso de desarrollo de OA para la comunidad indígena Yanakona, así mismo durante esta es posible la generación de nuevos lineamientos para el desarrollo OA en la comunidad indígena Yanakona, que permitan complementar los existentes. Para realizar el seguimiento se propone la plantilla presentada en la Tabla 32 descrita en el Anexo F.

#### **ETAPA 6.4: Analizar los resultados del seguimiento del objeto de aprendizaje**

**Descripción:** una vez se haya realizado el seguimiento de la utilización de los OA, en esta fase se analizan los errores encontrados para corregirlos. Es importante mencionar que durante esta etapa también se pueden identificar mejoras del OA como por ejemplo: actualizaciones del contenido, para lo cual es necesario ir al momento pertinente y seguir el proceso propuesto por el modelo MYNDOVA, hasta obtener el OA final o producto modificado con pruebas asociadas, para demostrar el cumplimiento de los requerimientos.

En caso de que los resultados del seguimiento sean de éxito, se analiza la experiencia para tomar los aspectos positivos, continuar con la utilización de los OA y la creación de nuevas propuestas de construcción de OA. Finalmente para el desarrollo de esta etapa se ofrece la plantilla presentada en la Tabla 33 descrita en el Anexo F.

Los demás miembros del grupo de trabajo brindan el apoyo en cada una de las estrategias de socialización del OA.

Entradas	Salidas
OA en el LMS.	Estrategias para divulgar el OA.
Criterios de evaluación.	Plan de divulgación del OA.
Lineamientos y plantillas.	Lecciones aprendidas durante todo el proceso de construcción y divulgación del OA.
	Recomendaciones para el desarrollo de los OA para la comunidad yanakona.

**Tabla 15.** Entradas y salidas del momento de post-construcción.

Para la comunidad indígena Yanakona es importante tener en cuenta la *apropiación* del OA, la cual significa, el poder disponer de él, reutilizarlo en diferentes entornos y actualizarlo si es necesario. De otro lado la socialización del modelo MYNDOVA para la comunidad yanakona, se realizó mediante un sitio web donde se exponen los diferentes componentes de MYNDOVA como: momentos, roles, plantillas y casos de estudio. Dicho sitio puede ser accedido en la url <http://www.nacionyanakuna.org/modelomyndova>.

Finalmente, teniendo en cuenta que el modelo MYNDOVA propone diferentes momentos para construir un OA desde cero, y plantea la conformación de un equipo multidisciplinario, es importante proponer otros escenarios o posibles situaciones o espacios, que pueden presentarse al desarrollar un OA y donde el modelo también puede ser utilizado. Son muchas las posibles situaciones que se pueden presentar, pero a continuación se describen solo dos escenarios, los cuales pueden ser importantes en la aplicación del modelo MYNDOVA.

- **Escenario 1.** Una persona decide construir el objeto de aprendizaje, posee los conocimientos pedagógicos y culturales acerca de la comunidad yanakona, pero desconoce el componente técnico de los objetos de aprendizaje, por ejemplo: la edición de metadatos, el empaquetado del OA, y el uso de herramientas software para la construcción de objetos de aprendizaje.
- **Escenario 2.** Existe un recurso digital como base para crear un objeto de aprendizaje.

En el Anexo M, se presenta la aplicación del modelo MYNDOVA, para cada uno de los escenarios anteriormente expuestos.

## **4 SELECCIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE (EVE/A) PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA YANAKONA**

Este capítulo presenta el estudio de diferentes LMS (Learning Management System) y el proceso de selección de uno de ellos, como Entorno Virtual de Enseñanza/Aprendizaje (EVE/A) para la comunidad indígena Yanakona. Inicialmente se expone la definición de EVE/A y LMS. En la sección dos se muestra la metodología utilizada para el proceso de selección del EVE/A. En la sección tres se exponen criterios generales y propios de la comunidad yanakona, para seleccionar un EVE/A o Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA).

En la sección cuatro se muestran los resultados de estudios comparativos de EVE/A realizados por proyectos e instituciones como: Edutech [67], Commonwealth of Learning [68], JOIN [69] y la Universidad Jaime I de Castelló [70], recopilados en el documento: “Revisión de plataformas de entorno de aprendizaje” [71]. Dichos estudios fueron referentes para la elección de la plataforma de aprendizaje yanakona. En la sección cinco se exponen y comparan tres plataformas de aprendizaje, seleccionadas a partir de los estudios anteriormente mencionados. Finalmente en la sección seis se presenta: el EVE/A elegido para la comunidad yanakona, el proceso de instalación, capacitación y adaptación de algunos aspectos de interfaz gráfica como iconos y colores.

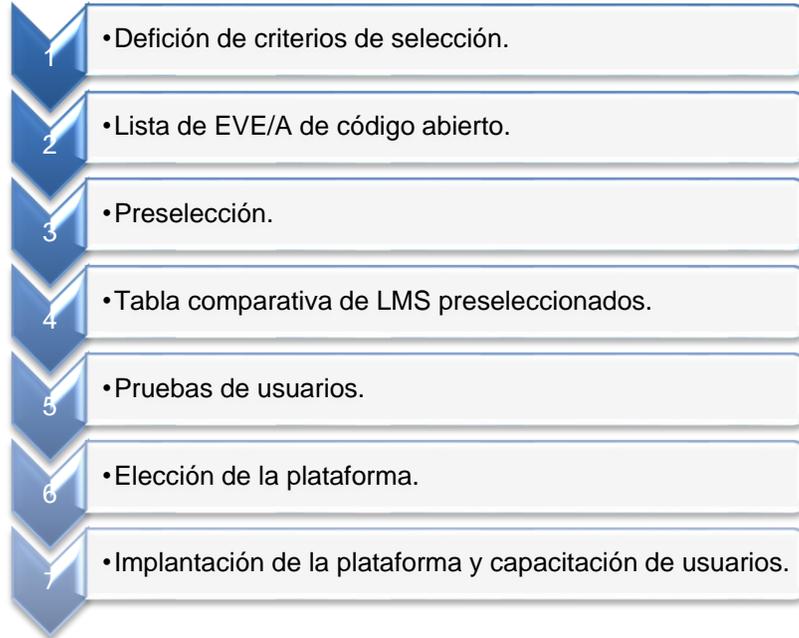
### **4.1 ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE (EVE/A) Ó AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE**

Un Entorno Virtual de Enseñanza/Aprendizaje, abreviado EVE/A o Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA), es una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, sea éste completamente a distancia, presencial, o de una naturaleza mixta que combine ambas modalidades en diversas proporciones [70]. En la actualidad existen dos grandes grupos de EVE/A: los Learning Management System (LMS) y Learning Content Management System (LCMS)[72]. En el Anexo I se presenta mayor información referente a este tema.

Para la comunidad indígena Yanakona se decidió seleccionar un LMS, porque éstos están orientados al aprendizaje y a la educación, proporcionando herramientas para la gestión de contenidos académicos, permitiendo mejorar la competencia de los usuarios y la intercomunicación. A continuación se presenta la metodología utilizada para la selección de un LMS para la comunidad yanakona.

### **4.2 METODOLOGÍA**

A continuación se presenta la metodología utilizada para el proceso de selección del EVE/A para la comunidad indígena Yanakona, en la cual participó el Programa de Educación Yanakona, usuarios de la comunidad indígena y los estudiantes desarrolladores de este trabajo de grado.



**Figura 19.** Metodología utilizada para la selección del LMS

- Inicialmente se definieron criterios de selección, para ello se analizaron criterios propuestos por instituciones como: el observatorio de E-Learning del país Vasco - PULSAR<sup>31</sup>, y algunos criterios propuestos por el Programa de Educación Yanakona.
- Posteriormente se realizó una lista de EVE/A de código abierto, consultando diferentes sitios y proyectos como: Edutools<sup>32</sup>, Pulsar, Commonwealth of Learning<sup>33</sup> y JOIN<sup>34</sup>, los cuales son institutos u organizaciones que han analizado plataformas de enseñanza/aprendizaje de código abierto obteniendo importantes resultados.

Teniendo en cuenta que la lista de EVE/A de código abierto era extensa, y no existía el tiempo ni la disponibilidad de los usuarios yanakonas, para analizar uno por uno, se tomó como referencia los estudios realizados por cuatro instituciones que habían efectuado trabajos comparativos de EVE/A, los cuales se analizaron para elegir tres EVE/A. En esta fase se descartaron muchos otros entornos no carentes de méritos, pero había que elegir las plataformas más acreditadas y cuyas características se ajustaban a los requisitos de la comunidad indígena Yanakona.

- Se consultó la ficha técnica, las características de cada una de los entornos preseleccionados, y estudios de EVE/A realizados por otras instituciones, con el propósito de realizar una tabla comparativa de los EVE/A preseleccionados.

<sup>31</sup> <http://www.pulsar.ehu.es/>

<sup>32</sup> <http://www.edutools.info/>

<sup>33</sup> <http://www.col.org/>

<sup>34</sup> <http://www.ossite.org/join/>

- Posteriormente, con un grupo de usuarios de la comunidad indígena Yanakona se ejecutó la exploración de las versiones demos de los EVE/A, de donde se pudo obtener información cualitativa, respecto a la usabilidad de las plataformas, para la elección del entorno.
- Finalmente se realizó una reunión con el programa de Programa de Educación Yanakona y los usuarios yanakonas quienes participaron en la exploración de las plataformas, con el fin de analizar la tabla comparativa de los EVE/A y la experiencia de los usuarios en las pruebas de usabilidad de las plataformas. De dicho análisis se eligió Moodle como EVE/A para la comunidad virtual educativa yanakona.
- Seguidamente se inicio un proceso de instalación y adaptación de la interfaz gráfica de la plataforma MOODLE, de acuerdo a los requerimientos culturales de la comunidad, y se realizó la capacitación de algunos miembros de la comunidad yanakona en dicha plataforma.

A continuación se presentan los criterios seleccionados para la elección del Entorno Virtual de Aprendizaje:

#### **4.3 SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA ELEGIR UN ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA /APRENDIZAJE PARA LA COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA**

El proceso de selección de un EVE/A, exige cierta dosis de reflexión previa a la toma de cualquier decisión definitiva, fundamentalmente por dos razones: en primer lugar, la decisión tomada puede resultar económicamente gravosa y, en segundo lugar, afectará la estrategia de desarrollo de la institución, ya sea ésta una empresa o una universidad, al afectar a miles de usuarios [72]. Teniendo en mente estas dos razones, se presentan a continuación los indicadores básicos a considerar en el proceso de selección de un EVE/A, dichos criterios son propuestos por el instituto PULSAR [73] u observatorio de e-learnig del país vasco y autores como Piskurich [74]. Cada uno de los criterios fue analizado y valorado por la comunidad indígena Yanakona con la asesoría de los desarrolladores de este trabajo de grado, con el fin de obtener los criterios más importantes para la comunidad.

A continuación se presentan los criterios agrupados en tres categorías: flexibilidad didáctica, usabilidad, flexibilidad técnica y finalmente se presentan los criterios definidos por la comunidad indígena Yanakona.

##### **4.3.1 Flexibilidad técnica**

Desde el punto de vista tecnológico el EVE/A debe posibilitar la fácil incorporación de recursos formativos que pueden encontrarse en Internet, así como el libre acceso de los participantes a dichos recursos. La flexibilidad hace también referencia a sus posibilidades de escalabilidad, esto es, su capacidad para soportar bien tanto grandes como pequeñas instalaciones y para adaptarse a los posibles procesos de crecimiento del número de usuarios, contenidos y funcionalidades [75].

Un criterio adicional relacionado con la flexibilidad tecnológica es la extensibilidad del entorno, es decir, la posibilidad de incorporar otras herramientas de aprendizaje adicionales. En este sentido, la extensibilidad remite a la arquitectura modular del entorno, la cual permite una configuración

progresiva y a medida en función de las necesidades de cada momento [73]. A continuación se presentan los criterios definidos y seleccionados para esta categoría:

Criterios Flexibilidad Técnica	Criterio a considerar	
	Si	No
Extensibilidad e integración - Facilidad de incorporar nuevos recursos formativos	X	
Escalabilidad	X	
Diseño basado en sistema modular		X
Interoperabilidad	X	
Comunidad de usuarios y desarrolladores activa	X	
Seguridad	X	

**Tabla 16.** Criterios flexibilidad técnica

#### 4.3.2 Usabilidad

El criterio de usabilidad de un EVE/A remite a su eficacia, facilidad y satisfacción de uso tanto por parte de los docentes como de los alumnos. A continuación se presentan los criterios más importantes para esta categoría.

Criterios para usabilidad	Criterio a considerar	
	Si	No
Diseño sencillo, intuitivo y amigable.	X	
Facilidad de uso.	X	
Configuración progresiva a las necesidades del momento.	X	
Accesibilidad.	X	
Soporte estructura multilinguaje.		X
Navegabilidad.	X	

**Tabla 17.** Valoración de criterios para potenciación de aprendizaje.

#### 4.3.3 Flexibilidad didáctica

El EVE/A debe ser una herramienta útil y adecuada a la diversidad de modalidades y estilos, a la pluralidad de asignaturas y materias, niveles y objetivos que se desarrollan en una institución. Con el fin de satisfacer todas estas necesidades tan sumamente variadas, el entorno seleccionado y diseñado debe ser flexible, con el objetivo de que docentes y estudiantes perciban su relación con, y en el entorno, como una experiencia abierta al desarrollo de su capacidad innovadora y creativa [75]. Este principio general se puede desglosar en dos subcriterios más específicos, como se puede apreciar en la siguiente figura:



**Figura 20.** Subcriterios de la flexibilidad didáctica

- **Flexibilidad organizativa del proceso de enseñanza/aprendizaje.** El proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollado en un EVE/A debe ajustarse, desde el punto de vista de la calidad organizativa y creativa, la cual puede evaluarse mediante los siguientes criterios:

Criterios flexibilidad organizativa	Criterio a considerar	
	Si	No
Enfoque pedagógico constructivista y pedagogía de la pregunta.	x	
Herramientas de diseño de contenidos	x	
Facilidad de integración de elementos multimedia.		x
Herramientas de evaluación	x	
Herramientas de seguimiento	x	
Herramientas de búsqueda	x	
Facilidad de importar y exportar objetos de aprendizaje y otros materiales en diferentes formatos.	x	
Accesibilidad a usuarios discapacitados.		x

**Tabla 18.** Valoración de criterios flexibilidad organizativa

Para la comunidad indígena Yanakona es muy importante el trabajo colaborativo, por lo cual los criterios relacionados con la potenciación del aprendizaje colaborativo, no pueden descartarse en un EVE/A para dicha comunidad.

- **Potenciación del aprendizaje colaborativo y comunicacional:** el EVE/A debe recoger componentes que faciliten el aprendizaje colaborativo y comunicacional tales como el chat, grupos de noticias, grupos de discusión, foros de debate, listas de distribución, tablón de noticias, pizarra electrónica compartida, audioconferencia, videoconferencia, mensajería, etc. Se trata, por tanto, de seleccionar un entorno que contenga amplias posibilidades de comunicación síncrona y asíncrona para docentes y estudiantes.

Criterios Potenciación del aprendizaje colaborativo y comunicacional	Criterio a considerar	
	Si	No
Ofrecimiento de herramientas síncronas, como: chat	x	
Posibilidad de utilizar herramientas asíncronas: foros de debate, tablon de noticias, mensajería interna, grupos de noticias.	x	

**Tabla 19.** Valoración de criterios para potenciación de aprendizaje colaborativo y comunicacional.

La siguiente tabla presenta los criterios propuestos por el Programa de Educación Yanakona:

Criterios definidos por la comunidad Yanakona	Criterio a considerar	
	Si	No
Funciones básicas para la administración de usuarios y grupos.	x	
Gestión de cursos.	x	
Gestión de contenidos.	x	
Experiencia previa de otras comunidades indígenas o de usuarios yanakonas.	x	
Compatibilidad de la plataforma con las características técnicas que ofrece el hosting <sup>35</sup> de la comunidad.	x	
Facilidad de adaptación de la interfaz gráfica	X	
Documentación en Español.	X	
Ayuda en Español	x	
Plataforma económica o gratuita.	x	

**Tabla 20.** Criterios definidos por la comunidad indígena Yanakona.

En la siguiente tabla se presentan los criterios finalmente seleccionados para la elección del EVE/A de la comunidad indígena Yanakona.

Criterios finalmente seleccionados
<b>Criterios Flexibilidad Técnica</b>
Extensibilidad e integración - Facilidad de incorporar nuevos recursos formativos
Escalabilidad
Interoperabilidad
Comunidad de usuarios y desarrolladores activa
Seguridad
<b>Criterios Usabilidad</b>
Diseño sencillo, intuitivo y amigable.
Facilidad de uso.
Configuración progresiva a las necesidades del momento.
Accesibilidad.
Navegabilidad.
<b>Criterios flexibilidad didáctica (organizativa)</b>
Enfoque pedagógico constructivista y pedagogía de la pregunta.
Herramientas de diseño de contenidos.
Herramientas de evaluación.
Herramientas de seguimiento.
Herramientas de búsqueda.
Facilidad de importar y exportar objetos de aprendizaje y otros materiales en diferentes formatos.
<b>Criterios flexibilidad didáctica (Potenciación del aprendizaje colaborativo y comunicacional)</b>
Ofrecimiento de herramientas síncronas, como: chat
Posibilidad de utilizar herramientas asíncronas: foros de debate, tableros de noticias, mensajería interna, grupos de noticias.
<b>Criterios específicos definidos por la comunidad Yanakona</b>

<sup>35</sup> El Hosting de la comunidad está alojado en allhosting. Soporta php versión 5.2.0, motor de base de datos MySQL versión 5.0.7, servidor web Apache versión 2.2.11, bajo el sistema operativo Linux y ofrece un espacio de almacenamiento de 4 Giga Bytes.

Funciones básica para la administración de usuarios y grupos.
Gestión de cursos.
Gestión de contenidos.
Experiencia previa de otras comunidades indígenas o de usuarios yanakonas.
Compatibilidad de la plataforma con las características técnicas que ofrece el hosting de la comunidad.
Facilidad de adaptación de la interfaz gráfica
Documentación en Español.
Ayuda en Español
Plataforma económica o gratuita.

**Tabla 21.** Criterios finalmente seleccionados

Una vez definidos los criterios para la selección del EVE/A para la comunidad indígena Yanakona, se realizó un estudio de las plataformas virtuales de aprendizaje Open Source, descartando los entornos propietarios, porque uno de los criterios definidos por el Programa de Educación Yanakona era seleccionar una plataforma económica o gratuita, debido a la falta de recursos económicos para adquirir un EVE/A propietario.

#### **4.4 ESTUDIOS DE PLATAFORMAS VIRTUALES DE APRENDIZAJE OPEN SOURCE**

Para proveer el EVE/A para la comunidad indígena Yanakona, se realizó una investigación exploratoria de los diferentes LMS existentes de software libre, obteniendo una amplia lista. Por la falta de tiempo y disponibilidad de los usuarios yanakonas, no se pudo realizar un estudio comparativo con todas ellas, por lo cual se consultaron investigaciones relacionadas que permitieran obtener un referente para elegir un grupo de tres plataformas. A continuación se presenta los casos de estudio relacionados con EVE/A, algunos de ellos expuestos analizados en el estudio “Revisión de Plataformas de Entorno de Aprendizaje” [71], el cual fue de vital importancia para la elección de la plataforma virtual de aprendizaje para la comunidad indígena Yanakona.

##### **4.4.1 CASOS DE ESTUDIO DE PLATAFORMAS LMS**

Los siguientes casos exponen la selección de plataformas de gestión de aprendizaje o LMS de software libre, realizados por proyectos o instituciones como: JOIN (2005), Edutech 2005, Commonwealth of Learning (2003) y la Universidad Jaume I de Castelló (2004) [76].

**4.4.1.1 Caso 1. Proyecto JOIN [69].** El objetivo del proyecto europeo JOIN es el de evaluar la calidad de las plataformas de tele-enseñanza (LMS) de software libre para poder ofrecer información y apoyo a toda la comunidad que desee adoptar alguno de estos sistemas. Los criterios generales establecidos en este proyecto son:

- El sistema debe ser de código abierto.
- Debe ser accesible a través de un navegador web estándar.

- Las opciones de autoría así como el resto de funciones del sistema deben poder ser utilizadas sin la necesidad de comprar ningún plugin<sup>36</sup> o visualizador adicional.
- Debe existir funciones básicas para la administración de usuarios.
- El sistema debe ofrecer una función de autenticación.
- El sistema debe ofrecer gestión de permisos.
- El sistema debe estar abierto a la localización.
- El alumno debe poder interactuar a través del navegador con el profesor, el sistema y otros alumnos. La comunicación debe poder ser electrónica.
- Debe existir funciones básicas para la evaluación y progreso de los alumnos y funciones básicas para al menos la autoría de test y evaluaciones.
- Debe existir funciones para la gestión de cursos y contenidos.

Las plataformas LMS evaluadas, que cumplen las definiciones de JOIN, son: Atutor, Bazaar, Caroline, Ilias, Moodle, OpenUSS LMS, Spaghetti Learning, DoceboLMS, Eledge, Dokeos y Anesha.

**4.4.1.2 Caso 2. Edutech [67].** En el 2005, la Universidad de Fribourg en Suiza, realizó un estudio comparativo sobre un total de 40 LMS de software libre, utilizando los siguientes criterios:

- Soporte para múltiples lenguajes.
- Soporte para varios sistemas operativos.
- Ambiente integrado y homogéneo.
- Desarrollo constante y permanente.
- Soporte disponible.
- Tener las herramientas básicas de e-learning.
- Disponer de la documentación básica.

De dicho estudio se obtuvo como resultado la selección de las siguientes plataformas LMS: Atutor, Caroline, dotLRN, Ilias, Moodle y OLAT.

**4.4.1.3 Caso 3. Commonwealth of Learning [68].** El instituto Commonwealth of Learning en el 2003 realizó una comparación de treinta y cinco LMS de software libre utilizando varios criterios para seleccionar cinco LMS: Moodle, LON-CAPA, ATutor, ILIAS y .LRN. Las LMS que no fueron seleccionados presentaban una combinación de características débiles, documentación limitada, soporte limitado y adopción limitada.

**4.4.1.4 Caso 4: Universidad Jaume I de Castelló [70].** El Centro de Educación de Nuevas Tecnologías (CENT) de la Universidad Jaume I de Castelló realizó un informe sobre EVE/A de código abierto. El informe detalla los criterios y la metodología empleada en el proceso de evaluación. Los criterios guiados para la selección son: flexibilidad didáctica, usabilidad y flexibilidad tecnológica. De dicho estudio se seleccionaron tres EVE/A: Atutor, Moodle y .LRN.

---

<sup>36</sup> Aplicación que se relaciona con otra para aportarle una función nueva y generalmente muy específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la API. <http://es.wikipedia.org/wiki/Add-in>

Una vez consultados los estudios se realizó un análisis y comparación de los resultados obtenidos por cada uno de los casos, donde se pudo apreciar que las plataformas Moodle y Atutor, son los EVE/A que cumplen con los criterios establecidos en la mayoría de los casos descritos, seguidas de la plataforma Ilias y .LNR como se muestra en la siguiente tabla.

Plataformas seleccionados	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Atutor	x	x	x	x
Bazaar	x			
Claroline	x	x		
.LRN		x	x	x
Ilias	x	x	x	
Moodle	x	x	x	x
OpenUSS LMS,	x			
LON-CAPA			x	
OLAT		x		
Spaghetti Learning,	x			
DoceboLMS	x			
Eledge	x			
Dokeos	x			
Anesha	x			

**Tabla 22.** Análisis de plataformas seleccionadas

Teniendo en cuenta los resultados de los estudio se seleccionó: Atutor, Moodle e Ilias como plataformas pre-seleccionadas, en este momento se pensó elegir la plataforma Caroline como una posible candidata, pues había sido una plataforma utilizada en la Universidad Mayor de San Simón Cochabamba – Bolivia<sup>37</sup>, lugar donde algunos yanakonas realizan estudios de educación superior, pero fue descartada, debido a que dicha universidad hace poco migró a la plataforma Moodle, porque los usuarios tenían más experiencia en su uso.

En conclusión las plataformas preseleccionadas fueron: Atutor, Moodle e Ilias, las cuales se describen de forma general en la siguiente sección.

## 4.5 DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN DE PLATAFORMAS PRESELECCIONADAS

### 4.5.1 DESCRIPCIÓN DE PLATAFORMAS PRESELECCIONADAS

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de los EVE/A: Atutor, Moodle y Ilias, pero en la sección 2 del Anexo I, muestra mayor información.

**ATUTOR [77].** Este proyecto empezó en el año 2002. El desarrollador de ATutor es Greg Gay quien trabaja en el Adaptive Technology Resource Centre (ATRC) de la Universidad de Toronto; este centro es un líder internacionalmente reconocido en el desarrollo de tecnologías y estándares

<sup>37</sup> <http://www.proeibandes.org/>

que permitan a la gente con discapacidades el acceso a las oportunidades e-learning y esta misión ha influenciado profundamente el desarrollo de la plataforma. Atutor ha prestado especial interés a la accesibilidad [14]. ATutor fue diseñado para ser accesible y fácilmente personalizado. Su interfaz está disponible en varios idiomas que pueden descargarse como módulos del sitio web de Autor.

Las últimas versiones se presentan con arquitectura modular, altas tasas de usabilidad y accesibilidad incluso para usuarios con discapacidades. El aspecto más negativo de esta herramienta se refiere a las características de su interfaz, poco intuitiva y con una lógica propia difícil de captar de entrada [78].

**MOODLE [79].** MOODLE significa Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment - Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos: Moodle es un paquete de software para la creación de cursos y sitios web basados en Internet. Es un proyecto en desarrollo diseñado para dar soporte a un marco de educación social constructivista. Moodle es uno de los LMS más populares y está actualmente viviendo una fase explosiva de expansión. Su comunidad de usuarios y desarrolladores es muy numerosa y se caracteriza por su entusiasmo respecto al sistema. Es un proyecto inspirado en la pedagogía del constructivismo social [69].

**ILIAS [80].** ILIAS es una poderosa red de aprendizaje que permite gestionar fácilmente los recursos de aprendizaje en un sistema integrado, nació en 1997 en la Universidad de Colonia y fue liberado como software de código abierto en el año 2000. Esta plataforma cuenta con gran apoyo para usuarios y desarrolladores, además tiene una muy buena documentación. El proyecto está coordinado por un equipo de la Universidad de Colonia que al igual que la Organización del tratado del Atlántico Norte (OTAN) utilizan a Ilias como su LMS.

Ilias cuenta con una "red de cooperación" de quince instituciones educativas en Alemania, Francia, Suiza y la empresa Novell. Entre los servicios que ofrece se tiene: alojamiento, desarrollo, apoyo técnico, consultoría y servicios de integración, además anualmente se organiza la Conferencia Internacional de Ilias donde se comentan las experiencias del uso de la plataforma [80].

#### 4.5.2 COMPARACION DE LOS EVE/A

Para evaluar cada una de las plataformas preseleccionadas, según los criterios propuestos en la tabla 21, se realizó una tabla comparativa, donde se analizan los diferentes aspectos o criterios de selección por cada una de las plataformas, dicha tabla se expone en la sección 3 del Anexo I, y es el resultado de la consulta de los sitios oficiales y fichas técnicas de cada una de las plataformas, así como la recopilación de trabajos comparativos de plataformas de aprendizaje. La tabla mencionada fue estudiada con el Programa de Educación Yanakona y cada criterio se valoró, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 24, con la siguiente escala:

Escala para la valoración de criterios	
	Alto
	Medio
	Bajo

**Tabla 23.** Escala para la valoración de criterios

Criterios finalmente seleccionados y evaluados			
Criterios	Plataformas		
	Atutor	Moodle	Ilias
<b>Flexibilidad Técnica</b>			
Extensibilidad e integración - Facilidad de incorporar nuevos recursos formativos			
Escalabilidad			
Interoperabilidad			
Comunidad de usuarios y desarrolladores para asistencia técnica.			
Seguridad			
<b>Usabilidad</b>			
Diseño sencillo, intuitivo y amigable			
Facilidad de uso <sup>38</sup>			
Configuración progresiva a las necesidades del momento			
Accesibilidad			
Navegabilidad			
<b>Flexibilidad didáctica - organizativa</b>			
Enfoque pedagógico constructivista y pedagogía de la pregunta.			
Herramientas de diseño de contenidos			
Herramientas de evaluación			
Herramientas de seguimiento			
Herramientas de búsqueda			
Facilidad de importar y exportar objetos de aprendizaje y otros materiales en diferentes formatos.			
<b>Flexibilidad didáctica - potenciación del aprendizaje colaborativo y comunicacional</b>			
Ofrecimiento de herramientas síncronas, como: chat			
Posibilidad de utilizar herramientas asíncronas: foros de debate, tabloneros de noticias, mensajería interna.			
<b>Criterios definidos por la comunidad Yanakona</b>			
Funciones básicas para la administración de usuarios.			
Funciones básicas para la administración de grupos			
Gestión de cursos.			
Gestión de contenidos.			
Experiencia previa de otras comunidades indígenas o de usuarios yanakonas.		<sup>39</sup>	
Compatibilidad de la plataforma con las características técnicas que ofrece el hosting de la comunidad.			
Documentación en español.			
Ayuda en español			
Plataforma económica o gratuita.			

**Tabla 24.** Resultados de evaluación de las plataformas preseleccionadas

En la anterior tabla se puede apreciar que Moodle cumple con los criterios definidos para la elección del EVE/A, seguido de Ilias y finalmente se encuentra Atutor.

<sup>38</sup> Valorado después de haber realizado las evaluaciones de las plataformas con los usuarios yanakonas.

<sup>39</sup> Existe experiencia con esta plataforma de aprendizaje, pues ha sido utilizada por docentes en capacitaciones y por jóvenes que han tomado cursos de educación superior como por ejemplo: la Maestría de Educación Intercultural Bilingüe en la Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia y la maestría Gestión del Desarrollo con Identidad para el buen Vivir Comunitario – Universidad Indígena Intercultural – UII.

Además de las tablas comparativas se realizó una exploración de las versiones demos de las plataformas seleccionadas, con usuarios de la comunidad que tenían conocimiento o experiencia en el manejo de entornos virtuales de aprendizaje, y usuarios que desconocían dichas plataformas. Es importante resaltar que en dichas pruebas también se evaluó la usabilidad de las mismas mediante la técnica de usabilidad talking aloud o pensamiento manifestado.

Inicialmente se realizó la instalación local de los demos de las tres plataformas, luego los participantes ingresaron a los EVE/A con perfiles de docentes y estudiantes como se puede apreciar en la Figura 21, y exploraron los servicios básicos en compañía de los desarrolladores de este trabajo de grado, quienes durante las pruebas ayudaron a resolver dudas a los usuarios. Una vez analizados los demos de las plataformas, se realizó una lluvia de ideas donde se discutieron aspectos de funcionalidad y servicios ofrecidos por los LMS explorados. De dicha exploración y discusión se pudo apreciar que Moodle fue la plataforma mejor aceptada.



**Figura 21.** Pruebas realizadas para la selección de la plataforma virtual de aprendizaje.

#### **4.6 SELECCIÓN DE LA PLATAFORMA, EXPERIENCIA DE ADAPTACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA Y CAPACITACIÓN DE LOS USUARIOS EN LA PLATAFORMA MOODLE**

Después de analizar las tablas comparativas de los EVE/A y los criterios de selección el Programa de Educación Yanakona en compañía de los desarrolladores de este trabajo de grado y algunos de los usuarios que exploraron las versiones demos de las plataformas, llegaron a la conclusión que Moodle era la plataforma elegida.

Posteriormente se realizó la instalación oficial de la versión 1.9.5 de Moodle en el servidor de la comunidad indígena Yanakona, la cual puede ser accedida mediante la dirección <http://www.nacionyanakuna.org/myndova> [81].

De igual forma se adaptó la interfaz gráfica de Moodle 1.9.5 de acuerdo a las características culturales de la comunidad yanakona; los aspectos más importantes que los usuarios sugirieron cambiar fueron: colores, iconos y la selección de los bloques que ofrece Moodle. Para realizar dichos cambios fue necesario discutir varios aspectos los cuales se describen a continuación.

**Respecto al color de la interfaz.** Los usuarios yanakonas sugirieron que el color principal de la interfaz gráfica fuera verde o azul. Teniendo en cuenta el significado de los colores se propusieron temas o plantillas para la interfaz gráfica de Moodle, como se muestra en la siguiente tabla:

Significado de los colores	Posibles plantillas o temas
Verde: este es el color de todas las riquezas naturales de la superficie y el subsuelo.	Experience 247 V 3.5 (Verde)
Azul cielo: es la expresión del desarrollo basado en lo propio	Ability to Learn <sup>40</sup>
Azul oscuro: es el espacio cósmico.	Experience 247 V 3.5 (Azul)

**Tabla 25.** Plantillas o temas de acuerdo a los colores yanakonas

Mediante una reunión se presentaron las tres plantillas mencionadas en la Tabla 25, de las cuales se seleccionó el tema Experience 247 V 3.5.

**Respecto a los iconos.** La primera parte del estándar ISO 11581[42] Information technology — User system interfaces and symbols — Icon symbols, define los iconos como gráficos mostrados en la pantalla o en terminales visuales que representan a función del sistema del computador, para facilitar la interacción entre las aplicaciones (productos software) y sus usuarios. Uno de los aspectos primordiales del EVE/A a mejorar, fue el cambio de algunos iconos que no eran representativos para la comunidad, para lo cual se realizó una propuesta de nuevos iconos con la colaboración del Programa de Educación, un diseñador gráfico y miembros de la comunidad indígena Yanakona, teniendo en cuenta los requerimientos y recomendaciones para iconos expuestos en el apartado 6 del estándar ISO 11581. En la Tabla 26 se presentan los iconos predefinidos por Moodle, así como los iconos finalmente elegidos.

Icono de Moodle	Icono propuesto	Descripción
		Representa el icono de la página web de la comunidad virtual de aprendizaje Yanakona.
		Este icono representa "iniciar sesión" dentro de la comunidad virtual, donde se debe ingresar el nombre de usuario y contraseña.
		Representa a un usuario registrado que no ha subido su imagen en el sistema.
		Representa al usuario en general, además, este icono se utiliza cuando no hay grupos dentro de un curso o actividades como el foro.
		Representa al usuario que ingresa a la comunidad virtual, pero aun no está registrado, e ingresa como invitado.

<sup>40</sup> <http://www.themza.com/moodle/ability-to-learn.html>

		Indica que para poder ingresar a un curso el usuario debe conocer la contraseña del curso, la cual puede ser dada por el orientador.
		Representa los grupos que se puede crear dentro de los cursos disponibles en la comunidad virtual.
		Representa a los usuarios de la comunidad virtual que están conectados o se han conectado al sistema durante los últimos cinco minutos.
		Este ícono representa la actividad foro, donde se dan la mayor parte de los debates.
		Este ícono representa la actividad chat, que permite a los participantes discutir en tiempo real a través de Internet un tema específico.
		Este icono representa asignar un rol a un usuario en un contexto, garantizando los permisos propios de ese rol en el contexto actual y en todos los contextos de rango 'inferior'.
		Representa actividades que tienen que ver con fechas, como el calendario y eventos próximos.
		Este ícono representa la actividad tarea, la cual permite al orientador asignar un trabajo a los estudiantes, el mismo que deberán preparar en algún medio digital (en cualquier formato) y presentarlo, subiéndolo al servidor. Las tareas típicas incluyen ensayos, proyectos, fotografías, etc.

**Tabla 26.** Iconos para el Ambiente Virtual de Aprendizaje de la comunidad indígena Yanakona.

**Respecto a los bloques.** Los bloques básicos seleccionados para hacer parte de la interfaz gráfica fueron:

- **Para la página principal:** entrar, menú principal, calendario, eventos próximos, usuarios en línea.
- **Para la sesión de estudiantes y profesores:** personas, actividades, buscar en los foros, administración, mis cursos, novedades, eventos próximos, actividades recientes y usuarios en línea. Vale aclarar que los docentes pueden incluir nuevos bloques de acuerdo a las necesidades.

A continuación se presenta la interfaz gráfica final de la comunidad virtual educativa del pueblo yanakona.



**Figura 22.** Interfaz gráfica inicial y final de la comunidad virtual Yanakona.

Posteriormente se iniciaron jornadas de capacitación para los docentes de informática de las instituciones de la comunidad, pero por dificultades de transporte no se pudo ejecutar todo el cronograma, por lo cual se decidió trabajar con los jóvenes, el programa de Educación Yanakona, los docentes de la escuela Wawa K'hari Pacha Mama<sup>41</sup> del cabildo Indígena Yanakona de Popayán.

Paralelo a ello, se creó dos cursos sobre el plan de vida yanakona donde se usaron los OA: “El plan de vida una estrategia en la construcción de territorio Yanakona” realizado por el Programa de Educación Yanakona y el OA “tu pueblo yanakona”, producido por los docentes de la escuela Wawa K'hari Pacha Mama, el centro educativo el Pindio y los desarrolladores de este trabajo de grado. Actualmente estos cursos se están socializando en los demás cabildos y resguardos de la comunidad indígena Yanakona.

Actualmente la comunidad virtual educativa Yanakona cuenta con 60 usuarios activos, y 6 cursos que están siendo orientados por miembros de la comunidad sobre temáticas yanakonas; la continuidad y divulgación de la comunidad virtual está a cargo del Programa de Educación Yanakona.

<sup>41</sup> En Español: Hijos de la Madre tierra.

## **5. LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE PARA LA COMUNIDAD INDIGENA YANAKONA**

El presente capítulo propone un conjunto de lineamientos para la construcción de OA, para la comunidad indígena Yanakona. Dichos lineamientos son los resultados del desarrollo y aplicación del modelo MYNDOVA. En ellos se han considerado aspectos técnicos, pedagógicos y culturales de la comunidad indígena Yanakona, así como aspectos de usabilidad y diseño centrado en el usuario que permiten realizar OA usables. Inicialmente se presenta la metodología utilizada para la construcción de los lineamientos, en la sección dos se exponen los lineamientos para el diseño y desarrollo de los OA, y finalmente en la sección tres se presenta un conjunto de lineamientos relacionados con la interacción con la comunidad y otros lineamientos que pueden ser tenidos en cuenta durante la construcción de un OA.

A pesar que los lineamientos presentados están orientados a todas las personas interesadas en la creación de los OA, para el fortalecimiento de los procesos educativos de la comunidad indígena Yanakona, éstos no dejan de ser una guía para el desarrollo de otras aplicaciones software y/o materiales educativos diseñados para la comunidad mencionada o contextos similares.

### **5.1 METODOLOGIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS LINEAMIENTOS**

La definición de lineamientos para la construcción de OA para la comunidad indígena Yanakona, es uno de los objetivos del proyecto MYNDOVA, el cual se desarrolló con la participación del Programa de Educación Yanakona.

Para definir los lineamientos, inicialmente se realizó una ardua investigación relacionada con construcción de objetos de aprendizaje, ingeniería de la usabilidad, diseño centrado en el usuario (DCU), diseño de interfaces gráficas, empaquetamiento y publicación de contenidos. Entre los estudios consultados más relevantes se tiene: Reusable Learning Object Authoring Guidelines: How to Build Modules, Lessons, and Topics – Systems Cisco (ILSG) [82], Practical Guidelines for Learning Object Granularity from One Higher Education Setting [83], Guidelines for authors of learning objects [84], Lineamientos para el desarrollo de interfaces gráficas usables para la comunidad indígena Nasa de Colombia [31], diseño de interfaz gráfica de usuario para publicaciones digitales [85], diseño de interfaces visuales [86]. Además, se tuvo en cuenta los fundamentos teóricos del modelo MYNDOVA, los cuales son: el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad MPIu+a [6], Marco de integración de la Usabilidad en el proceso de Desarrollo Software [7], y los estándares ISO 13407 [30], ISO 14915 -1 [40] y ISO / IEC 11581-1 0.

De igual forma, se realizó un análisis contextual y etnográfico de la comunidad, donde se identificó características sociales, culturales, políticas y principalmente educativas, con el fin de proponer, seleccionar o adaptar lineamientos para el proceso de construcción de OA, acordes a las

características de la comunidad indígena Yanakona. Posteriormente se propuso un documento preliminar y general de lineamientos para construcción de OA en la comunidad mencionada.

Seguidamente, mediante la construcción y aplicación de cada uno de los momentos propuestos en el modelo MYNDOVA, se fue refinando las directrices preliminares y obteniendo nuevos lineamientos, además se tuvo en cuenta recomendaciones del Programa de Educación Yanakona, docentes yanakonas, así como de profesionales de ingeniería, diseño gráfico y multimedia, quienes participaron en el desarrollo de los objetos de aprendizaje construidos a lo largo del proyecto MYNDOVA, o habían realizado trabajos anteriores con la comunidad.

## **5.2 LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE USADOS EN AMBIENTES VIRTUALES PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA YANAKONA**

**5.2.1 Lineamientos respecto al diseño del objeto de aprendizaje:** a continuación se presentan los lineamientos respecto al diseño de objetos de aprendizaje creados para la comunidad indígena Yanakona.

- La estructura de un objeto de aprendizaje, diseñado para la comunidad indígena Yanakona se compone de:
  - Objetivo de aprendizaje.
  - Contenido informativo.
  - Actividad de investigación, la cual incluye la evaluación.
  - Metadatos.
  
- Un objeto de aprendizaje para la comunidad indígena Yanakona debe cumplir con las siguientes características:
  - Reutilización: respecto a esta característica el objeto de aprendizaje, debe tener la capacidad de ser usado en contextos y propósitos educativos diferentes.
  - Interoperatividad: el objeto de aprendizaje debe permitir integrarse fácilmente a estructuras y plataformas diferentes, especialmente en Moodle, que es la plataforma educativa de la comunidad Yanakona.
  - Accesibilidad: los objetos de aprendizaje deben incluir dentro de su estructura, metadatos que faciliten su identificación y búsqueda.
  - Educatividad: teniendo en cuenta que el principal propósito de los objetos de aprendizaje es fortalecer la educación propia Yanakona, estos deben contribuir a ello.
  - Generatividad: los objetos de aprendizaje desarrollados para la comunidad Yanakona, deben tener la capacidad de construir contenidos y objetos nuevos derivados de él, además ser actualizados o modificados aumentando sus potencialidades.
  
- Los objetos de aprendizaje desarrollados para la comunidad indígena Yanakona deben seguir un proceso de diseño centrado en el usuario, el cual debe ser iterativo implementando pruebas

o evaluaciones pedagógicas, técnicas, didácticas, de contenidos y usabilidad; para comprobar que el diseño verdaderamente cumple con los requisitos del usuario.

- La granularidad<sup>42</sup> de los objetos de aprendizaje desarrollados en la comunidad indígena Yanakona, depende del o los objetivos de aprendizaje planteados y de la complejidad de los contenidos a presentarse.
- Cada objeto de aprendizaje desarrollado para la comunidad indígena Yanakona, debe tener un mapa de navegabilidad.
- La interfaz gráfica del objeto de aprendizaje debe ser consistente, manteniendo el uso uniforme de fondos, iconos, tipos de fuentes, colores, y demás componentes de la interfaz y la presentación de los contenidos.
- Para explorar el objeto de aprendizaje deben existir diferentes links o enlaces, pues los OA no deben recorrerse linealmente con enlaces de “siguiente”, “siguiente”, lo ideal es que el usuario yanakona pueda recorrer los temas del objeto de la forma que el desee y no se vea obligado a recorrer una única ruta.
- Logre la relación en los componentes del objeto de aprendizaje como: botones, iconos, menús, enlaces, pues los términos, gráficos y etiquetas deben conservarse y ser apropiados para evitar confundir al usuario y generar mayor carga cognitiva.
- El control de reproductores de audio o video deben incluirse en el objeto de aprendizaje, mediante botones como: iniciar, pausar, continuar etc., los cuales son familiares para los usuarios yanakonas.
- En el label o etiquetas de los botones, iconos y enlaces, deben usarse frases cortas y concisas que reflejen un lenguaje objetivo y claro.
- Un objeto de aprendizaje no debe involucrar solo audio, en caso de soportarlo también debe mostrarse la información mediante texto.
- Al crear un objeto de aprendizaje se debe tener en cuenta el modelo pedagógico, el cual propone la definición de: la situación contextual<sup>43</sup>, núcleo problemático<sup>44</sup>, núcleos temáticos<sup>45</sup>, unidades conceptuales<sup>46</sup>, todo ello fundamentado en la pedagogía de la pregunta.
- Un objeto de aprendizaje debe contener la secuenciación de otros objetos creados previamente cuando estos se diseñan para un mismo contexto, y tengan el mismo objetivo educativo.

---

<sup>42</sup> Nivel de detalle y complejidad con el que se presenta el contenido de un objeto de aprendizaje, el cual debe ser apropiado para alcanzar los objetivos de aprendizaje [87].

<sup>43</sup> Corresponde al primer espacio de apropiación conceptual definido en el modelo pedagógico yanakona, tiene como referente los procesos del plan de vida yanakona y las diversas formas como se vivencia en las comunidades [15].

<sup>44</sup> Se construyen preguntas a partir de la situación contextual [15].

<sup>45</sup> Considera los diversos saberes y disciplinas donde es posible abordar el núcleo problemático. El núcleo temático, lo conforman las unidades conceptuales [15].

<sup>46</sup> Conjunto de saberes y disciplinas que generan bloques de temas que responden a las preguntas planteadas en el núcleo problemático [15].

- Para la alineación de los contenidos textuales y visuales, se debe elegir márgenes relativas al tamaño de la interfaz del objeto de aprendizaje y utilizar alineación: justificada, a la derecha o a la izquierda, pero no todas en la misma interfaz.
- Los títulos de los contenidos del objeto de aprendizaje, deben centrarse o justificarse a la izquierda, del mismo modo es importante utilizar un color y tamaño de letra más visible que el resto de contenido.
- Los íconos no deben contener animaciones que distraigan al usuario y causen saturación visual, además para la definición de íconos, es necesario realizar varias evaluaciones de prototipos, con el fin de seleccionar los más fácil de interpretar.
- El tamaño de la interfaz del objeto de aprendizaje debe ser diseñada para monitores con resolución de pantalla de 1024x768 y 800x600 pixeles, las cuales son frecuentemente utilizadas en los monitores de los equipos de la comunidad indígena Yanakona, con el propósito de evitar que el usuario tenga que desplazarse por medio de controles o barras de desplazamiento (scroll) para navegar el objeto de aprendizaje.
- No coloque muchas líneas de texto en la pantalla, porque el exceso de contenido en ella tiende a causar saturación visual, ocasionando que el lector se abstenga de leer la información, por esto es importante que el texto esté acompañado de recursos multimedia como: fotografías, gráficos, videos, animaciones etc.
- El control del objeto de aprendizaje al usuario yanakona, se debe permitir mediante opciones fáciles de manipular a través de dispositivos como el ratón, o la manipulación de las teclas de control como: flecha arriba, flecha abajo, flecha izquierda, flecha derecha, que son fáciles de utilizar y reconocer para el usuario.
- Respecto a los colores utilizados en la interfaz gráfica de usuario es importante tener en cuenta que la comunidad indígena Yanakona dentro de su simbología, posee los colores del arco iris (amarillo, azul, verde, rojo, violeta, naranja, azul cielo) como colores representativos de la comunidad, los cuales pueden utilizarse adecuadamente en el diseño de la interfaz; de igual forma, para la comunidad yanakona, colores como: verde, azul, blanco, son colores que se relacionan con la naturaleza y juegan un papel importante en el momento de diseñar la interfaz gráfica.
- Los párrafos de texto no deben escribirse completamente en estilo de fuente cursiva o negrita, la deformación de los caracteres es notoria y causa saturación visual, determinando un mayor tiempo de lectura y comprensión del texto.
- Provea al usuario información que le permita conocer donde está ubicado en el objeto de aprendizaje, para ello utilice migas de pan<sup>47</sup>, además si va a paginar, indique con claridad cuál es el contenido de la página anterior y la siguiente, ofrezca un enlace a la página inicial del contenido o home del objeto de aprendizaje.

---

<sup>47</sup> Elemento muy utilizado para que el usuario no se pierda, indicando dónde está y la relación jerárquica de ese nodo con el resto de la estructura web. [88]

- La sección de ayuda del objeto de aprendizaje desarrollado para la comunidad yanakona, debe escribirse teniendo en cuenta la terminología y léxico utilizado por el usuario yanakona.

### **5.2.2 Lineamientos respecto al desarrollo del objeto de aprendizaje**

Respecto al desarrollo de los objetos de aprendizaje en el ámbito de la comunidad indígena Yanakona se han definido los siguientes lineamientos:

- Durante la construcción del objeto de aprendizaje, se deben minimizar los requerimientos hardware de los objetos de aprendizaje, de manera que facilite su uso en cualquier computador de la comunidad indígena Yanakona, pues en su mayoría son equipos con procesadores Pentium III, IV, o arquitecturas compatibles, y memoria RAM de 256 Mb y 512 Mb. De esta manera optimice el uso de imágenes, animaciones, audio, video y otros elementos que sean fundamentales para el funcionamiento del objeto de aprendizaje y requieran altos niveles de procesamiento y memoria.
- Al implementar un objeto de aprendizaje para la comunidad indígena Yanakona, se debe dar prioridad en su edición y construcción al formato html, para que sean fácilmente compatibles con los navegadores web, incrementado la accesibilidad y reutilización.
- Para lograr mayor accesibilidad de los objetos de aprendizaje, en el momento de crearlo se debe considerar la infraestructura computacional de la comunidad indígena Yanakona. Actualmente el tamaño de un objeto de aprendizaje no debe exceder los 6 Mb, pues las características de conexión de Internet disponible en la comunidad indígena Yanakona, cuenta con una velocidad aproximada de descarga de archivos de: 89 Kbps (21.1 kbps tasa de transferencia) y con velocidad de subida de archivos de 24 kbps (13 kbps tasa de transferencia).
- Para la construcción del objeto de aprendizaje utilice una familia de fuentes “sans serif” o tipos de fuente genéricas, como Arial o Verdana, y tamaños 11 o 12 puntos, los cuales son tipos de fuentes y tamaños comúnmente usados en el desarrollo de materiales digitales en la comunidad indígena Yanakona, porque permiten fácilmente la lectura de los contenidos, en especial cuando los usuarios son adultos mayores.
- Debido a las características actuales de conexión a Internet presentes en la comunidad indígena Yanakona, incluya dentro del objeto de aprendizaje imágenes de color plano como logos y símbolos utilizando formato GIF, mientras que en fotografía e imágenes reales use formato JPEG, porque ofrecen mayor profundidad de color y alto margen de compresión, beneficioso en anchos de banda limitados, como en la comunidad indígena mencionada.
- Durante la construcción del objeto de aprendizaje desarrolle prototipos mediante un proceso iterativo, que permita verificar y realimentar la construcción del mismo, a través de continuas evaluaciones realizadas por los usuarios.
- Si dentro del objeto de aprendizaje se incluyen videos utilice formatos como: mpeg o flv, por que ofrecen una mayor compresión de los archivos.

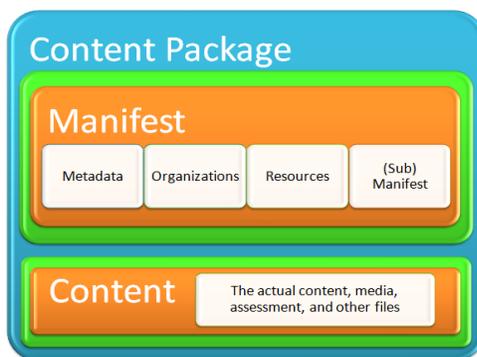
- Si dentro del objeto de aprendizaje se incluyen archivos de audio utilice el formato mp3, que permite obtener una alta calidad de sonido, en un pequeño tamaño de archivo, además por ser uno de los formatos más conocidos y utilizados en la actualidad. Del mismo modo se puede utilizar el formato libre Ogg, el cual encapsula datos comprimidos y permite la interpolación de los datos de audio y de vídeo dentro de un solo formato conveniente.
- Los objetos de aprendizaje para poder ser reutilizados deben localizarse y gestionarse con facilidad, para ello utilice el estándar LOM (estándar IEEE 1484.12.1 – 2002), durante el proceso de descripción de los metadatos de los objetos de aprendizaje.
- Cuando se diligencie la información de metadatos, es importante ingresar todos los campos que se hayan definido como obligatorios, tenga en cuenta que las categorías de los metadatos seleccionados para los objetos de aprendizaje desarrollados para la comunidad indígena Yanakona incluyen 19 campos obligatorios y 14 campos opcionales, como se muestra a continuación:

Categorías y campos seleccionados				
Categoría	No	Nombre	Obligatorio	Opcional
1.0 General	1.1.1	Catálogo	X	
	1.1.2	Entrada	X	
	1.2	Título	X	
	1.3	Idioma	X	
	1.4	Descripción	X	
	1.5	Palabra clave	X	
	1.6	Ámbito		X
	1.7	Estructura		X
2.0 Ciclo de vida	1.8	Nivel de agregación		X
	2.1	Versión	X	
	2.2	Estado	X	
	2.3	Contribución	X	
	2.3.1	Tipo	X	
	2.3.2	Entidad	X	
3.0 Meta-Metadatos	2.3.3	Fecha		X
	3.3	Esquema de metadatos	X	
4.0 Técnica	4.1	Formato	X	
	4.2	Tamaño	X	
	4.3	Localización	X	
	4.4	Requisitos		X
	4.4.1.1	Tipo		X
	4.4.1.2	Nombre		X
	4.4.1.3	Versión mínima		X
5.0 Uso educativo	4.5	Pautas de instalación	X	
	5.1	Tipo de interactividad	X	
	5.6	Contexto		X
6.0 Derechos	5.7	Rango típico de edad		X
	6.2	Derechos de autor y otras restricciones	X	
8.0 Anotación	6.3	Descripción		X
	8.1	Entidad		X

	8.2	Fecha		X
	8.3	Descripción		X
9.0 clasificación	9.2.2	Taxón	X	

**Tabla 27.** Metadatos obligatorios y opcionales para los OA.

- Para mejorar la interoperabilidad de los objetos de aprendizaje, siga el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model), porque SCORM integra desarrollos tecnológicos de grupos como IMS<sup>48</sup>, ARIADNE<sup>49</sup>, AICC<sup>50</sup> y IEEE LTSC<sup>51</sup> en un solo modelo de referencia para especificar implementaciones consistentes que pueden ser usadas a través de la comunidad e – learning.
- Al momento de empaquetar el objeto de aprendizaje se debe seleccionar una herramienta que soporte preferiblemente los estándares: IEEE LOM y SCORM; del mismo modo la herramienta debe ofrecer versiones para los sistemas operativos Windows y Linux utilizados en la comunidad yanakona.
- La herramienta para empaquetar el objeto de aprendizaje debe permitir obtener la siguiente estructura: un archivo de intercambio de paquete (PIF), el cual es un archivo comprimido en .zip, que contiene el manifiesto del objeto de aprendizaje, los archivos fuentes de la aplicación (objetos de aprendizaje) y los XSD (XML Schema Definition) o esquemas que definen la estructura de dicho manifiesto cómo se muestra en la siguiente figura.



**Figura 23.** Componentes de un paquete de contenido definido en SCORM. [89]

- Un objeto de aprendizaje desarrollado para la comunidad indígena Yanakona debe indicar los autores que participaron en la construcción o desarrollo del objeto y mantener los derechos de autor en caso de existir. De igual manera debe citarse las fuentes de los textos, imágenes, videos o cualquier otro recurso incorporado que no haya sido preparado por el equipo de trabajo.

<sup>48</sup> IMS Global Learning Consortium, Inc. (<http://www.imsglobal.org/>).

<sup>49</sup> Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE) (<http://www.ariadne-eu.org/>).

<sup>50</sup> Aviation Industry CBT Committee (<http://www.aicc.org/>).

<sup>51</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Learning Technology Standards Committee (LTSC) (<http://ieeeltsc.org/>).

### **5.2.3 Lineamientos respecto a las evaluaciones o pruebas del objeto de aprendizaje**

- Durante las pruebas aclare al usuario yanakona, que no se pretende evaluar su desempeño o habilidad para explorar el OA; pues comúnmente los usuarios sin o poca experiencia en el uso de los computadores tienden a sentirse evaluados, por lo cual, no expresan a conciencia los errores o dificultades presentadas en el OA.
- Antes de realizar cualquier tipo de prueba ésta se debe planear adecuadamente y disponer de los elementos necesarios para su ejecución, de esta manera no se debe perder tiempo en detalles técnicos y logísticos en el momento de ejecutar la prueba, pues con ello se pierde la concentración del usuario e incluso cumplirse insatisfactoriamente los objetivos propuestos.
- Durante el desarrollo del OA tenga en cuenta los cinco tipos de evaluación propuestos por el modelo MYNDOVA las cuales son: pedagógica - didáctica, usabilidad, contenidos, técnica y evaluación de nivel de aprendizaje. Además, asegure que el usuario comprenda el objetivo, las preguntas y formas de respuestas de las pruebas.
- Si el objeto de aprendizaje requiere de diferentes pruebas, planee sesiones de pruebas que no excedan los 45 minutos, con el objetivo que el usuario no se canse y pierda el interés, pues tenga en cuenta que la mayoría de los usuarios yanakonas no están muy familiarizados con el uso del computador por extensas jornadas.
- Teniendo en cuenta que la mayoría de los adultos de la comunidad indígena Yanakona no utilizan frecuentemente equipos portátiles y mucho menos el touchpad como dispositivo de entrada de control del cursor, se debe utilizar el mouse como herramienta para que el usuario tenga el control de la navegación en el uso del OA.

### **5.3 OTROS LINEAMIENTOS UTILES EN LA CONSTRUCCION DE LOS OA.**

A continuación se presentan un conjunto de lineamientos que pueden ser útiles durante la construcción de un OA, para la comunidad indígena Yanakona.

#### **5.3.1 Lineamientos respecto a la interacción con la comunidad, análisis y planeación en la construcción del objeto de aprendizaje**

- Si es una persona ajena a la comunidad indígena Yanakona o es un yanakona interesado en el desarrollo de OA, pero desconoce gran parte de la cultura, el primer paso que debe realizar es conocer las características de la comunidad, pues para el desarrollo de cualquier aplicación lo más importante es conocer el contexto del usuario para poder ofrecer soluciones. Así por ejemplo, si se trata de un diseñador gráfico, al menos debe conocer la simbología e ideología yanakona.
- Para el desarrollo de cualquier material educativo se debe conocer el modelo pedagógico que utiliza la comunidad indígena Yanakona, pero además de conocerlo hay que aplicarlo en la construcción del OA.

- Para el desarrollo del objeto de aprendizaje conforme un equipo de trabajo multidisciplinario, pues permite obtener diferentes puntos de vista y por lo tanto resultados satisfactorios.
- Si la propuesta de construir un OA proviene de una institución y/o persona ajena a la comunidad indígena Yanakona, preséntela a las autoridades indígenas, y posterior a ello al Programa de Educación Yanakona, para lograr la aprobación respectiva. Si la propuesta proviene de un miembro de la comunidad que conoce los procesos educativos, sociales y culturales de la comunidad, como por ejemplo un líder, un docente, un padre de familia, etc., la propuesta se puede presentar al PEY, quien estudiará si la temática y los objetivos aportan al fortalecimiento de la educación propia de la comunidad.
- Establezca relaciones de confianza con los usuarios yanakonas, para que expresen lo que realmente quieren y piensan, además es importante recordarle al usuario, que no es él, quien debe adaptarse a la tecnología, sino, es la tecnología quien debe adaptarse a sus necesidades.
- Mantenga informada a la comunidad indígena Yanakona o a sus representantes del avance del desarrollo del objeto de aprendizaje, así como de las actividades realizadas y las dificultades encontradas a lo largo de la construcción del objeto.
- Proponga preguntas de investigación para los objetos de aprendizaje, las cuales permitan determinar si el usuario yanakona ha alcanzado los objetivos de aprendizaje.
- Promueva la utilización del objeto de aprendizaje, porque no sólo basta con crear un buen OA, sino también lograr que sea utilizado, por esto se debe plantear estrategias que motiven a la comunidad a la utilización del OA en diferentes escenarios.

#### **5.4 APLICACIÓN**

Los lineamientos propuestos fueron aplicados a través del desarrollo de los OA denominados: “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona” y “tu pueblo yanakona”, los cuales permitieron aplicar y generar nuevos lineamientos durante su construcción. Dichos casos de estudio se describen en el siguiente capítulo y se complementan en el Anexo N.

## **6. CASO DE ESTUDIO**

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos a partir de la validación y aplicación del modelo MYNDOVA. La primera sección describe el caso de estudio del OA “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona”, el cual permitió aplicar y refinar el modelo propuesto, realizando mejoras a los momentos, etapas y actividades, pues su construcción fue en paralelo a la creación del modelo MYNDOVA. En la segunda sección se exponen los resultados obtenidos de la aplicación del modelo en los casos de estudio, finalmente en la sección tres, se realiza un análisis de los resultados obtenidos al aplicar una evaluación al modelo, por parte de los miembros de los equipos de trabajo, quienes participaron en la construcción de los OA.

A continuación se exponen los aspectos más relevantes de uno de los casos de estudio desarrollados durante la aplicación del modelo MYNDOVA. En el Anexo N se describen en detalle el caso de estudio aquí presentado y el segundo caso de estudio que corresponde al OA “tu pueblo Yanakona”, creado para niños entre los 7 y 12 años.

### **6.1 CASO DE ESTUDIO: EL PLAN DE VIDA UNA ESTRATEGIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE TERRITORIO YANAKONA**

La siguiente sección muestra los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo MYNDOVA y los lineamientos propuestos en este trabajo de grado, por parte del Programa de Educación Yanakona (PEY), el cual se planteó como validación del modelo, para probarlo y detectar las posibles mejoras a realizar en cada uno de los momentos, etapas y actividades.

Aunque existen formas propias de circulación de la información, el tema correspondiente al plan de vida, sólo es apropiado por quienes tienen relación directa con su desenvolvimiento, es el caso de algunos docentes, dirigentes indígenas y su equipo de trabajo, personas interesadas en el tema y algunas que pertenecen a las organizaciones propias. Son prácticamente inexistentes las estrategias comunicativas desarrolladas al respecto [90].

Muchos de los materiales escritos sobre el plan de vida, están reproducidos en fotocopias, con baja calidad en su presentación, por lo que han resultado muy poco llamativos y efectivos en el proceso educativo. Es imprescindible proponer estrategias comunicativas con el propósito de socializar los conceptos y estructura del plan de vida, donde se tenga en cuenta la participación de la comunidad yanakona. En este sentido para “darle vida al plan de vida” surgió la iniciativa de desarrollar un OA, como estrategia educativa de apropiación conceptual, por medio de las TIC; además su construcción se centró en la aplicación del modelo MYNDOVA.

#### **6.1.1. Aplicación del modelo MYNDOVA.**

A continuación se muestra a manera de resumen, la aplicación del modelo en la construcción del OA “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona”. En el Anexo N se presenta el diligenciamiento de las plantillas de dicho proceso.

**6.1.2.1 Momento de análisis y planeación.** En este momento, inicialmente se definió el tema a presentar en el OA, para ello se realizaron varias reuniones entre los miembros del PEY y los autores del presente trabajo de grado, con el propósito de seleccionar un tema acorde a las necesidades del pueblo yanakona, de esta manera se planteó crear el OA sobre el plan de vida yanakona, como una estrategia educativa para apropiar su historia, principios y estructura, con el apoyo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Luego se procedió a constituir el equipo de trabajo, el cual se conformó por los miembros del PEY y los autores del modelo, una vez se organizó el equipo de trabajo se asignaron los roles.

De otro lado en este momento se establecieron los requerimientos funcionales y educativos del OA, se identificó a los líderes, docentes, estudiantes de secundaria, investigadores de asuntos indígenas, y todos aquellas personas entre los 13 y 40 años que quisieran conocer más sobre el plan de vida yanakona, como los usuarios del OA.

Posteriormente se organizó y elaboró un plan de trabajo a nueve meses, se efectuó la estimación de riesgos, el respectivo plan de contingencia, y la definición de la estructura general de los contenidos del OA. En la etapa de definición de contenidos se realizó la evaluación y análisis de contenidos, para valorar la calidad, cantidad y aporte educativo de los mismos. Después de varias iteraciones de evaluación y mejoras, los temas a presentar en el OA fueron priorizados y delimitados, del mismo modo los contenidos fueron más comprensibles para los usuarios.

**6.1.2.2 Momento de pre-construcción.** En este momento, se diseñaron prototipos de baja y alta fidelidad del OA, tanto de la estructura de la información, interfaz gráfica, estructura didáctica y multimedia de las unidades conceptuales, los cuales permitieron especificar claramente las características y la organización de cada uno de los elementos que conformarían el OA final. Cada uno de los prototipos fue evaluado por una muestra de cinco usuarios yanakonas; los resultados permitieron obtener una realimentación y mejorar aspectos de contenido, navegabilidad y presentación gráfica, antes de desarrollar el prototipo final del OA.

Cuando los resultados de las evaluaciones fueron satisfactorios, se procedió a realizar el prototipo final, este a su vez fue evaluado y se efectuaron las mejoras pertinentes. A continuación se presenta la interfaz gráfica de usuario del prototipo inicial y final del OA.



**Tabla 28.** Prototipo inicial y final del OA “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona”.

**6.1.2.3 Momento de construcción.** Durante este momento, fue necesario seleccionar herramientas para el desarrollo multimedia, útiles en la construcción de componentes interactivos del OA tales como: botones, menús, animaciones, etc.

Una vez se construyó el OA, fue evaluado por una muestra de usuarios yanakonas y el equipo de trabajo, donde se aplicaron las evaluaciones sugeridas por el modelo MYNDOVA. Después de analizar las evaluaciones se realizaron las mejoras necesarias; posteriormente se adecuó el OA al estándar seleccionado, en este caso SCORM, seguidamente se empaquetó y se publicó en el ambiente virtual de aprendizaje de la comunidad indígena Yanakona.

**6.1.2.4 Momento de post-construcción.** Una vez el OA se publicó en un curso dentro del ambiente virtual de aprendizaje, se realizaron las evaluaciones de usabilidad, técnica, contenido, pedagógico - didáctica y nivel de aprendizaje, propuestas en el modelo. Posteriormente se realizó la prueba piloto con estudiantes de grado sexto, décimo y once de cinco instituciones educativas del pueblo yanakona, como se puede apreciar en la Tabla 29. Dichas pruebas arrojaron resultados satisfactorios, pues la participación de los usuarios fue muy activa e importante, pues no solo se limitaron a observar los contenidos, si no que sugirieron temas, que no se habían tenido en cuenta en el OA, los aportes y contribuciones fueron muy valiosos y algunos se incluyeron en la versión final del OA.

Es importante mencionar que en la prueba piloto participaron docentes yanakonas y la pedagoga del PEY, quienes efectuaron la evaluación de nivel de aprendizaje, en la mayoría de los casos realizada en mesas redondas como dinámica de grupo, donde se pudo valorar que los estudiantes apropiaron adecuadamente los temas planteados en el OA, logrando así, los objetivos educativos propuestos en la construcción del OA.



**Tabla 29.** Pruebas piloto del objeto de aprendizaje “el plan de vida una estrategia en la construcción de territorio yanakona”

**6.1.2.5 Momento de socialización y seguimiento.** En las pruebas piloto se realizó parte de la socialización del OA, del mismo modo el OA se ha socializado por medio de un foro virtual dirigido a estudiantes de décimo semestre del programa de etnoeducación de la Universidad del Cauca, donde fue necesario presentar el proyecto y el propósito del OA. Hasta el momento se ha cumplido un porcentaje mínimo de la socialización y seguimiento, por lo cual, aún falta socializarlo en las demás comunidades que conforman el pueblo yanakona y en otras comunidades interesadas en conocer el plan de vida. Las demás actividades de socialización y el seguimiento del OA, estarán a cargo del PEY, debido a las limitantes de tiempo y alcance de los objetivos del presente trabajo de grado.

Cuando el OA “el plan de vida una estrategia en la reconstrucción de territorio yanakona” se estaba terminando, y los momentos del modelo MYNDOVA se habían consolidado, se pensó en la creación de un OA centrado en el plan de vida yanakona, que tuviera en cuenta las características de la población infantil yanakona que habitan tanto en las ciudades, como en los resguardos y cabildos ancestrales. El proceso de aplicación del modelo MYNDOVA en la construcción de este objeto de aprendizaje se describe ampliamente en el Anexo N.

## **6.2 RESULTADOS OBTENIDOS**

A continuación se presenta los resultados obtenidos al aplicar el modelo en los casos de estudio:

- Mediante el primer caso de estudio se pudo identificar aspectos adicionales a ser considerados durante la construcción de un OA, permitiendo refinar y mejorar los momentos, etapas y actividades propuestos inicialmente para el modelo MYNDOVA, entre los aportes o mejoras más significativos se tiene:
  - Se reestructuró el orden de las etapas y actividades planteadas en el momento de análisis y planeación, puesto que se detectaron algunas falencias.
  - En el momento de pre-construcción se incluyó una etapa para la definición de un prototipo de la estructura didáctica y multimedia del OA.
  - Se notó la necesidad de incluir la evaluación de nivel de aprendizaje para los OA.
  - Se separó el momento de socialización y seguimiento, el cual era una etapa del momento de post-construcción, en las primeras versiones del modelo.
- La construcción de los OA, permitió conocer y descubrir características culturales, políticas y sociales del pueblo yanakona y su relación con el uso de la tecnología, sirviendo de referentes para la construcción de los lineamientos propuestos en este trabajo de grado.
- Durante la construcción de los OA las técnicas y métodos de arquitectura de la información más útiles fueron:
  - Métodos de indagación o interacción con el usuario: entrevistas, cuestionarios, encuestas, diseño de escenarios y diseño participativo.
  - Técnicas de representación de información: diagramación o bocetado.
- Entre las técnicas de usabilidad más utilizadas durante la construcción de los OA se tiene:
  - Métodos de indagación: aproximación etnográfica, generación de ideas, paseos cognitivos y evaluación heurística.

- Prototipado: prototipos de alta y baja fidelidad.
  - Métodos de prueba: pensamiento manifestado, método tutorado y método del descubrimiento conjunto.
- Los OA construidos en los casos de estudio, permitieron corroborar que el trabajo multidisciplinario y la participación del usuario influencia en gran medida el éxito de los resultados obtenidos.
  - La etapa de las pruebas piloto es una de las más importantes y emotivas del modelo MYNDOVA, porque es ahí donde se ve el verdadero aporte que la ingeniería de sistemas junto a otras disciplinas puede realizar a la educación de una comunidad indígena en espacios reales.
  - Durante la construcción de los OA se pudo apreciar que para la comunidad yanakona los recursos multimediales más adecuados son: las animaciones, videos, presentaciones y mapas conceptuales, siempre y cuando se tenga en cuenta el modelo pedagógico de producción de conocimiento y el fortalecimiento de la identidad étnica de la comunidad.
  - Se pudo apreciar que los recursos multimediales motivan a los niños a explorar los temas de su comunidad, logrando un aporte significativo a la educación propia de la comunidad yanakona.
  - Se comprobó la utilidad de las plantillas propuestas en el modelo MYNDOVA, pues mediante ellas se registró el proceso de construcción de los OA de una forma clara y ordenada, guiando la ejecución de cada uno de los momentos, etapas y actividades del modelo. Las plantillas generadas en cada uno de los casos de estudio, son muy importantes porque sirven de ejemplo para las personas que deseen crear nuevos OA.
  - Una vez realizados los OA algunos miembros de la comunidad yanakona mostraron interés por la construcción de nuevos materiales educativos con temáticas de la comunidad utilizando el modelo MYNDOVA, es así como actualmente se han construido un mapa mental sobre el modelo pedagógico yanakona, presentaciones sobre aspectos del plan de vida y el resguardo indígena de Guachicono.

Del mismo modo se tienen tres propuestas de construcción de OA, las cuales contarán con la colaboración y orientación de los autores del modelo y se presentan a continuación:

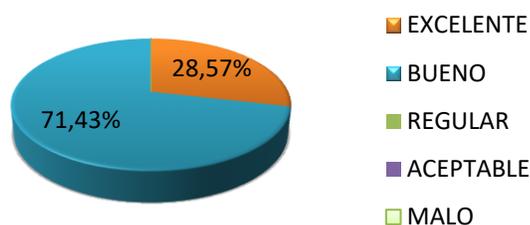
- La chagra en mi escuela: este objeto de aprendizaje consiste en un video, el cual está siendo realizado por el docente Luis Fernando Córdoba Majin y los estudiantes de la institución educativa el Pindio (Caquiona), en dicho video se espera mostrar la importancia de la chagra en la escuela y las plantas medicinales que se encuentran en ella, de esta experiencia cabe resaltar que los expertos serán los alumnos y padres de familia, pues son ellos quienes tienen mayor conocimiento en dichas temáticas.
- Idioma propio Yanakona: este OA fue propuesto por un estudiante de maestría en Gestión del Desarrollo con Identidad para el buen Vivir Comunitario (Universidad Indígena Intercultural – UII) y miembro del Programa de Educación Yanakona. Aún está en el momento de análisis y planeación, pero se espera que mediante este OA los yanakonas inicien el proceso de aprendizaje del idioma propio (Quechua).

- Del mismo modo el Programa de Educación del pueblo yanakona ha iniciado la búsqueda de financiación para construir un OA para niños, en el cual se describan más aspectos del plan de vida como: la casa yanakona, los cimientos, principios y valores de la comunidad.

### 6.3 ANALISIS DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO MYNDOVA

Una vez se realizaron los objetos de aprendizaje se aplicó la evaluación al modelo MYNDOVA, por parte de las personas que participaron en la construcción de los OA descritos en este capítulo, a continuación se presenta el análisis de las cinco preguntas más relevantes de la evaluación, y en el Anexo O se presenta el formato de evaluación y el análisis de las demás preguntas.

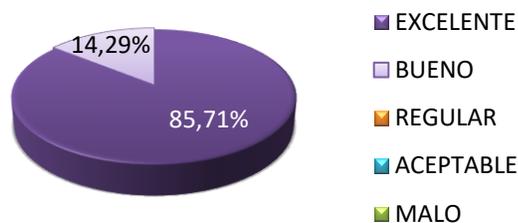
1. La calidad del material que obtuvo al utilizar el modelo MYNDOVA, respecto a la calidad de los materiales educativos realizados anteriormente es:



**Figura 24.** Calidad del material educativo obtenido al aplicar el modelo MYNDOVA.

Los resultados obtenidos en la figura anterior, demuestran que la calidad de los OA construidos con el modelo MYNDOVA, tienen una buena y excelente calificación, respecto a los materiales educativos realizados anteriormente por miembros de la comunidad indígena Yanakona.

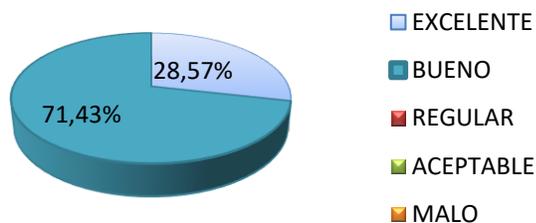
2. Valore los roles propuestos por el modelo MYNDOVA, para la construcción de objetos de aprendizaje.



**Figura 25.** Valoración de roles propuestos en el modelo MYNDOVA

Los resultados demuestran que para los desarrolladores de los OA que participaron en los casos de estudio, los roles propuestos en el modelo MYNDOVA son adecuados en la construcción de OA para la comunidad indígena Yanakona.

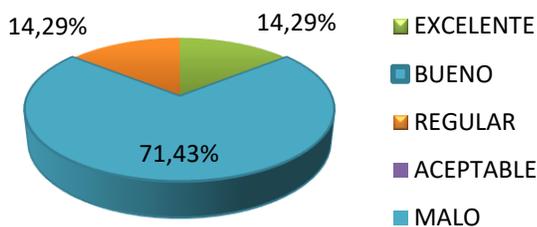
3. Evalúe las etapas y actividades propuestas en el modelo para la construcción de objetos de aprendizaje.



**Figura 26.** Valoración de etapas y actividades propuestas en el modelo MYNDOVA.

La figura anterior demuestra que para los desarrolladores de los OA que participaron en los casos de estudio, las etapas y actividades propuestas en el modelo MYNDOVA, son adecuadas en la construcción de OA para la comunidad indígena Yanakona.

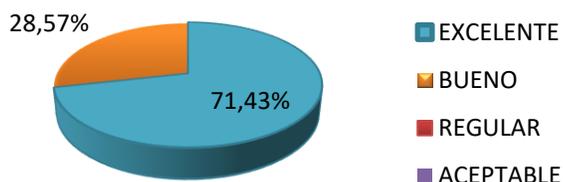
4. Valore los tipos de evaluación propuestos en el modelo.



**Figura 27.** Valoración de los tipos de evaluación propuestos en el modelo MYNDOVA.

Los resultados obtenidos demuestran que las evaluaciones propuestas por el modelo MYNDOVA, apoyan en gran medida el proceso de construcción de los OA.

5. Evalúe la utilidad de las plantillas propuestas para el desarrollo de las actividades de cada uno de los momentos del modelo.



**Figura 28.** Utilidad de las plantillas propuestas

La figura anterior demuestra que las plantillas propuestas por el modelo MYNDOVA fueron útiles en la construcción de los OA, pues un 71% considera que la utilidad es excelente y un 29% es buena.

## **7 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

La primera sección de este capítulo contiene las conclusiones obtenidas al finalizar este trabajo de grado, en la segunda sección se presentan las recomendaciones y finalmente se exponen los trabajos futuros relacionados con la continuidad del proyecto.

### **7.1 CONCLUSIONES**

Al finalizar este trabajo de grado se obtuvo un modelo para el desarrollo de objetos de aprendizaje basado en procesos de ingeniería de software, que además de integrar aspectos técnicos como: el diseño centrado en el usuario, la ingeniería de la usabilidad, estándares y normas ISO/IEC como los estándares 13407 y 12207, los cuales orientaron la construcción del modelo MYNDOVA, también integra aspectos pedagógicos y culturales de una comunidad indígena.

El desarrollo del modelo de objetos de aprendizaje usados en ambientes virtuales para la comunidad indígena Yanakona como un conjunto unificado de momentos, etapas, actividades, lineamientos y plantillas, permitió a un equipo multidisciplinario, realizar objetos de aprendizaje, teniendo en cuenta los requerimientos de los usuarios de la población indígena Yanakona, la ingeniería del software, la usabilidad y el diseño centrado en el usuario.

Este trabajo de grado permitió definir un conjunto de lineamientos para el diseño y desarrollo de objetos de aprendizaje, los cuales ofrecen guías para orientar la construcción de los OA. A pesar que dichos lineamientos están orientados a todas las personas interesadas en la creación de OA, para el fortalecimiento de los procesos educativos de la comunidad yanakona, no dejan de ser una guía para el desarrollo de otras aplicaciones software y/o materiales educativos diseñados para la comunidad mencionada o contextos similares.

Después de realizar junto con la comunidad indígena Yanakona, la evaluación y análisis de diferentes Learning Manager System (LMS) de código abierto, se llegó a la conclusión que Moodle era el ambiente virtual de aprendizaje más adecuado, para apoyar las actividades educativas de la comunidad y ofrecer la divulgación de los OA obtenidos, por tener mayor valoración al ser comparado con otros LMS como Atutor e Ilias en aspectos como: flexibilidad técnica, flexibilidad didáctica, usabilidad y cumplir con los requerimientos definidos por la comunidad indígena Yanakona.

El tener en cuenta el diseño centrado en el usuario y la ingeniería de la usabilidad, permitió construir OA acordes a las características y necesidades culturales, educativas y sociales de la comunidad indígena Yanakona. Además, algunos conceptos que eran desconocidos para la comunidad yanakona como: el diseño centrado en el usuario y la usabilidad, fueron apropiados en el transcurso del desarrollo de este proyecto, convirtiéndose en componentes primordiales para la construcción de los OA.

Las evaluaciones realizadas por los usuarios a cada uno de los prototipos y productos finales, garantizaron un alto porcentaje de aceptación de los OA por parte de la comunidad. Aunque el proceso de evaluación puede llegar a ser costoso cuando se involucran varios usuarios porque muchos de ellos viven en zonas alejadas, los tipos de evaluación propuestos compensan los gastos, porque se logra obtener realimentación que permite construir OA acordes a las necesidades de los usuarios.

Considerando que en la construcción de objetos de aprendizaje, se pueden involucrar gran variedad de materiales como por ejemplo: videos, fotografías, animaciones, etc., en este trabajo de grado se realizó un estudio y clasificación de herramientas de software libre, para la edición de texto, imágenes, video y sonido, presentaciones, animación 2D, creación de mapas mentales, generación de metadatos, empaquetado y publicación de objetos de aprendizaje, las cuales pueden ser útiles durante la construcción y publicación de los objetos de aprendizaje.

Aunque es evidente que el proceso de documentación dentro de la comunidad indígena Yanakona no es habitual, la documentación mediante las plantillas propuestas en el modelo MYNDOVA, permitió en gran medida llevar un control y registro de las actividades de la construcción de los OA, que servirán como guías para la producción de nuevos OA

El ingeniero de sistemas al involucrarse en un entorno multicultural donde se incluye el estudio de una comunidad indígena, requiere del apoyo de diferentes áreas como la investigación documental y experimental para conocer y comprender el contexto cultural de una comunidad, con el fin de concebir soluciones acertadas a las problemáticas y necesidades de la sociedad.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

Para la construcción de modelos de procesos de ingeniería de software se debe contar con una base conceptual sólida, donde se consideren normas y estándares internacionales, con el propósito de integrar de la mejor manera, conceptos, procesos, metodologías, métodos y técnicas, para alcanzar los objetivos propuestos.

Entre los métodos y técnicas de arquitectura de información para la indagación o interacción con usuarios yanakonas se recomienda los siguientes: aproximación por grupos y aproximación individual (entrevistas, cuestionarios, encuestas), diseño de escenarios y diseño participativo.

Durante la construcción de OA se recomienda utilizar los siguientes métodos y técnicas de usabilidad:

- Métodos de indagación: aproximación etnográfica, generación de ideas, paseos cognitivos y evaluación heurística.
- Prototipado: prototipos de alta y baja fidelidad.
- Métodos de prueba: pensamiento manifestado, método tutorado y método del descubrimiento conjunto.

La inclusión de tecnología en las comunidades indígenas requiere del análisis previo de su cultura y cosmovisión para alcanzar el éxito en la producción de los OA.

En la construcción de un OA es primordial el trabajo multidisciplinario y la participación del usuario en cada uno de los momentos, pues mediante la integración de varias disciplinas se logra obtener diferentes puntos de vista y resultados satisfactorios.

Cuando se dispone de poco tiempo para la selección de un LMS es importante consultar trabajos previos, experiencias similares, además de la exploración de los demos que ofrecen los sitios oficiales de los LMS, por parte de los usuarios finales.

Debido al carácter cultural y político de la comunidad indígena Yanakona, se debe tener cuidado en el manejo de su información, por ello los contenidos que se generen deben contar con el visto bueno de las autoridades indígenas y ser acordes con su cultura, cosmogonía, estructura organizativa y política, usos y costumbres.

### **7.3 TRABAJOS FUTUROS**

A nivel de trabajo futuro queda mucho por hacer, pero a continuación se presentan los más relevantes:

Es necesario continuar realizando más aplicaciones del modelo MYNDOVA, en contextos similares, mediante técnicas de verificación y validación, con el fin de obtener realimentación para su mejora y nuevos lineamientos.

La implementación de una herramienta o aplicación software, que permita automatizar el proceso descrito en el modelo MYNDOVA para la construcción de objetos de aprendizaje.

Se necesita trabajar en la creación de un repositorio de OA, para la comunidad indígena Yanakona y crear sistemas que evalúen el progreso de los usuarios con la utilización de los objetos.

Se propone refinar y validar los escenarios planteados, e identificar nuevos escenarios que se presenten en el momento de construir OA en el ámbito de la comunidad Yanakona, los cuales no fueron tenidos en cuenta en este proyecto, debido al alcance del mismo.

Continuar con la producción de más OA para apoyar los procesos educativos de la comunidad yanakona, del mismo modo es primordial continuar con las capacitaciones a la comunidad en lo referente al uso y apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación, para enfrentar el analfabetismo tecnológico y lograr un verdadero impacto en la educación propia de la comunidad indígena Yanakona.

Implementar mecanismos de socialización de la comunidad virtual educativa del pueblo yanakona, los cuales permitan darla a conocer para que muchos usuarios la utilicen en sus procesos educativos.

## REFERENCIAS

- [1] L. Artunduaga, "La etnoeducación: una dimensión de trabajo para la educación en comunidades indígenas de Colombia," *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 1, no. 13, pp. 35-45, Abril 1997. [En línea]. Disponible: Organización de estados iberoamericanos - OEI, <http://www.oei.org.co/oeivirt/rie13a02.htm>. [Accedido Jun 12, 2009].
- [2] Programa de Educación Bilingüe e Intercultural del Consejo Regional Indígena del Cauca, *¿Qué pasaría si la escuela?: 30 años de construcción de una educación propia*. Santafé de Bogotá: Editorial fuego Azul, 2004, pp. 2, 229.
- [3] L. Álvarez, y S. Bucarey, "Metodología de Construcción de Objetos de Aprendizaje para la Enseñanza de Anatomía Humana en Cursos Integrados," *International Journal of Morphology*, vol. 24, no. 3, pp. 357 - 362, Sept 2006. [En línea]. Disponible: Scientific Electronic Library Online, [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022006000400011&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022006000400011&lng=es&nrm=iso). [Accedido Jun 12, 2009].
- [4] Programa de Educación Bilingüe e Intercultural del Consejo Regional Indígena del Cauca, *Cartilla CXAYUCE semillas y mensajes de etnoeducación*, 10th ed. Popayán: Consejo Regional Indígena del Cauca - CRIC, 2005, p. 28.
- [5] C. Serrano, "Modelo para la investigación documental," en *Modelo integral para el profesional en Ingeniería*. 2nd ed. Cauca: Universidad del Cauca, 2008, pp. 13-20. [Libro en línea]. Disponible: Universidad del Cauca. [ftp://jano.ucauca.edu.co/proyectos/Ambientes\\_de\\_Desarrollo/](ftp://jano.ucauca.edu.co/proyectos/Ambientes_de_Desarrollo/). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [6] T. Granollers, S. Lana y J. Lorés. "La interacción Persona-Ordenador," en *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. J. Lóres Ed. 2002, pp. 16-18,20-41. [libro en línea]. Disponible: <http://www.aipo.es/libro/pdf/01Introd.pdf>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [7] X. Ferre, "Marco de integración de la Usabilidad en el proceso de Desarrollo Software," Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2005.
- [8] Comisión Económica para América Latina y el Caribe, "Capítulo III Pueblos indígenas de América Latina: antiguas inequidades, realidades heterogéneas y nuevas obligaciones para las democracias del siglo XXI," en *Panorama de América latina 2006. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL*, pp. 143-218, 2006. [En línea]. Disponible: [http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/27480/PSE2006\\_Cap3\\_PueblosIndigenas.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/27480/PSE2006_Cap3_PueblosIndigenas.pdf). [Accedido: Jun. 12, 2009].

- [9] Departamento Nacional de Planeación, "Capítulo VII: Dimensiones especiales del desarrollo," en *Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010*, *dnp.gov.co*, 2006. [En línea]. Disponible: [http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/PND\\_2006\\_2010/Capi\\_7\\_FINAL.pdf](http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/PND_2006_2010/Capi_7_FINAL.pdf). [Accedido Jun 12, 2009].
- [10] C. López, "La reconstrucción de la casa Yanakona: Etnicidad y transformación del espacio social en el Macizo Colombiano," *unb.br*, 1997. [En línea]. Disponible: [http://www.unb.br/ics/dan/geri/boletim/lopez\\_1997.pdf](http://www.unb.br/ics/dan/geri/boletim/lopez_1997.pdf). [Accedido Jun 12, 2009].
- [11] Cabildo Mayor Yanakona, *Plan Ambiental Indígena Yanakona- PAIY*. Popayán: Cabildo Mayor Yanakona, 2004.
- [12] M. Galeano, *Resistencia Indígena en el Cauca: Labrando otro mundo*. Cali: Consejo Regional Indígena del Cauca, 2006, pp. 324-327.
- [13] Cabildo Mayor Yanakona, *Plan de vida del pueblo Yanakona*. Popayán: Cabildo Mayor Yanakona, 2001.
- [14] Cabildo Mayor Yanakona, *Plan de vida y derechos humanos del Pueblo Yanakona de Colombia*. Popayán: Consejo Regional Indígena del Cauca, 2002, pp. 2-7.
- [15] L. Anacona, L. Zemanate, E. Palechor, y A. Muñoz, *¿La Educación es el Camino?: Reconstruyendo memoria Yanakona*. Popayán: Cabildo Mayor Yanakona, 2008, pp. 83-96.
- [16] E. Castillo, *Historia Educativa Local*. Popayán: Universidad del Cauca, 2003, pp. 70-78.
- [17] A. Chiappe, "Modelo de Diseño Instruccional basado en Objetos de Aprendizaje (MDIBOA)," Abr. 2006. [En línea]. Disponible: <http://oas.unisabana.edu.co/files/MDIBOA.pdf>. [Accedido Jun. 10, 2008].
- [18] D. Wiley, "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy", en *The Instructional Use of Learning Objects*, A. Wiley, Ed. Sept. 2002. [Libro en línea]. Disponible: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [19] Institute of Electrical and Electronics Engineers, "Standard for Learning Object Metadata - LOM", *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE 1484-12, 2002. [En línea]. Disponible: [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [20] Colombia Aprende, "Banco Nacional de Recursos Educativos," *Concurso de Objetos de Aprendizaje*, Agosto, 2005. [en línea]. Disponible: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html>. [Accedido Abr.2008].
- [21] F. Bolaños, A. Chimunja, W. Pantoja y Programa de Educación Yanakona, "Aplicación del Modelo MYNDOVA en la Creación del Objeto de Aprendizaje: El Plan de Vida una Estrategia en la Construcción de Territorio Yanakona". En *Recursos Digitales Para El Aprendizaje*, México 2009.

- [22] L. García, "Objetos de Aprendizaje, características y repositorios," *BENET*, Abr. 2005. [En línea]. Disponible: <http://www.uned.es/catedraunesco-ead/editorial/p7-4-2005.pdf>. [Accedido Jun. 1, 2009].
- [23] Proyecto APROA - Aprendiendo con Repositorios de Objetos de Aprendizaje, "Manual de buenas prácticas para el desarrollo de objetos de aprendizaje", *APROA*, pp. 5-6, Ago. 2005. [En línea]. Disponible: [http://146.83.43.182/aproa/1116/articles-68370\\_recurso\\_1.pdf](http://146.83.43.182/aproa/1116/articles-68370_recurso_1.pdf). [Accedido Jun. 31, 2008].
- [24] F. Álvarez, J. Muñoz y B. Osorio, "Metodología para el desarrollo de objetos de aprendizaje usando patrones," *Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje – LACLO*, pp. 2-4, Octubre 2007. [En línea]. Disponible: <http://ava43.files.wordpress.com/2008/07/metodologia-de-realizar-objetos-de-aprendizaje.pdf>. [Accedido Feb. 25 2009].
- [25] F. Álvarez, A. Barajas y J. Muñoz. (2007). "Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: MIDOA". *Virtual Educa Brasil*, Junio, 2007. [En línea]. Disponible: <http://ihm.ccadet.unam.mx/virtualeduca2007/pdf/164-ABS.pdf>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [26] J. Jiménez, R. Parra y D. Reyna, "Metodología de Desarrollo de Objetos de Aprendizaje Mediante el uso de la Cartografía Conceptual y Células de Desarrollo Multidisciplinario y Multimedia," en *Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje*, Octubre. 25, 2007, pp. 1-3. [En línea] Disponible: [http://www.laclo.espol.edu.ec/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=20&Itemid=3](http://www.laclo.espol.edu.ec/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=20&Itemid=3). [Accedido Nov. 23, 2008].
- [27] M. López y J. Medina, "LOCoMe: Metodología de Construcción de Objetos de Aprendizaje," *contenidos digitales Universidad Central de Venezuela*, Julio 2008, pp. 1-4. [En línea] Disponible: [http://espacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20062&dsID=LOCOMETodolog\\_a\\_De\\_Construcci\\_n.pdf](http://espacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20062&dsID=LOCOMETodolog_a_De_Construcci_n.pdf). [Accedido Abr. 20, 2008].
- [28] J. Nielsen. "Usability engineering". M. Kaufmann ed. San Francisco, 1994.
- [29] Grupo de investigación en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (GRIHO)- Universidad de Lleida, "Atributos de la Usabilidad", *griho2.udl.es*, Oct. 26, 2005. [En línea]. Disponible: <http://griho2.udl.es/mpiua/atributos.htm>. [Accedido May. 10, 2009].
- [30] International Standards Organization, "Human-Centred Design Processes for Interactive Systems," *International Standards Organisation*, ISO/IEC 13407, 1999. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=21197](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=21197). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [31] A. Checa, S. Ruano, "Lineamientos para el desarrollo de interfaces gráficas usables para la comunidad indígena Nasa de Colombia," Tesis de pregrado, Universidad del Cauca, Cauca, Colombia, 2005.
- [32] J. Preece, Y. Sharp, D. Benyon, S. Holland, T. Carey, "Human Computer Interaction". Addison Wesley, Harrow, England, 1994.

- [33]Hurtado, Nuria. Ruiz, Mercedes. Torres, Jesús. "Aplicación del Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos al Proceso de Diseño Centrado en el Usuario," *CEUR Workshop Proceedings (Online)*, vol. 120, pp. 11-24, Junio 2004.
- [34]J. Sánchez, "Estándares internacionales y Diseño Centrado en el Humano (DCH)," 2006. [En línea]. Disponible: [http://granarbol.com/docs/international\\_standards.pdf](http://granarbol.com/docs/international_standards.pdf). [Accedido May. 10, 2009].
- [35]Grupo de investigación en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (GRIHO)-Universidad de Lleida, "ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems," *griho.udl.es*. Oct. 26, 2005. [En línea]. Disponible: [hgriho.udl.es/mpiu/mpiu/iso.htm](http://hgriho.udl.es/mpiu/mpiu/iso.htm). [Accedido May. 10, 2009].
- [36]International Standards Organization, "procesos del ciclo de vida del software," *International Standards Organization*, ISO/IEC 12207, 2006. [En línea]. Disponible: <http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/isoiec12207.pdf>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [37]International Standards Organization, "Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model". *International Standards Organisation*, ISO/IEC 9126-1, 2001. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=22749](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=22749). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [38]International Standards Organization, "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability," *International Standards Organisation*, ISO 9241-11, 1998. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=16883](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=16883). [Accedido Jun. 5, 2009]
- [39]B. Nigel, "International standards for HCI and usability," *International Journal of Human Computer Studies*, 2000, pp. 5-6. [En línea]. Disponible: [http://www.nigelbevan.com/papers/HCI-Usability\\_standards.pdf](http://www.nigelbevan.com/papers/HCI-Usability_standards.pdf). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [40]International Standards Organization, "Software ergonomics for multimedia user interfaces - Part 1: Design principles and framework", *International Standards Organization*, ISO 14915-1, 2002. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=25578&commid=53348](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=25578&commid=53348) [Accedido Jun. 10, 2009].
- [41]International Standards Organization, "Software ergonomics for multimedia user interfaces - Part 2: Multimedia navigation and control", *International Standards Organization*, ISO 14915-2, 2002. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=28583](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28583) [Accedido Jun. 10, 2009].
- [42]International Standards Organization, "User system interfaces and symbols — Icon symbols and functions. Part 1: Icons — General", *International Standards Organization*, ISO 11581-1, 2000. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=46444](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46444) [Accedido Jun. 10, 2009].
- [43]I. Aedo, C. Delgado y L. Santacruz, "Learning Objects: Trends into Semantic Web," *Reddis*, no. 66-67, pp. 1-2, Enero 2004. [En línea]. Disponible:

- <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/66-67/ponencia18.pdf>. [Accedido Jun. 4, 2008].
- [44] C. López, “Los repositorios de objetos de aprendizaje como soporte para los entornos e-learning”. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca, España, 2007.
- [45] E. Peig, “Interoperabilidad de Metadatos en Sistemas Distribuidos”. Tesis Doctoral, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona, España, 2003. [En línea] Disponible en: [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UPF/AVAILABLE/TDX-0316104-132946//tepo1de1.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPF/AVAILABLE/TDX-0316104-132946//tepo1de1.pdf)
- [46] Wikipedia, “Learning object metadata,” *Wikipedia.org*, Abr. 13, 2007. [En línea]. Disponible: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:LOM\\_base\\_schema.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:LOM_base_schema.png). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [47] B. Fernández, “Especificaciones y estándares en E-learning,” *Revista de Tecnologías de la Información y Comunicación Educativa*. No. 6, pp. 15-19, Marzo 2006. [En línea]. Disponible: [http://reddigital.cnice.mec.es/6/Articulos/pdf/Articulos\\_2.pdf](http://reddigital.cnice.mec.es/6/Articulos/pdf/Articulos_2.pdf). [Accedido May. 10, 2009]
- [48] Advance Distributed Learning. “Sharable Content Object Reference Model,” Advance Distributed Learning ADL, SCORM, 2004. [En línea]. Disponible: <http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/SCORMSDocuments/What%20Is%20SCORM.aspx>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [49] B. Fernández, I. Martínez, P. Moreno y J Sierra, “Uso de estándares aplicados a la TIC en educación,” *Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa – Ministerio de Ciencia y Educación - CNICE-MEC*, España, Rep. Téc. 660-80-321, 2006. [En línea]. Disponible: <http://ares.cnice.mec.es/informes/16/versionpdf.pdf>. [Accedido Jun.10, 2009].
- [50] B. García, G. Leguizamon, M. Lucero y I. Pianucci, “Aplicación de un Estándar de contenidos de Aprendizaje en plataformas virtuales de código abierto,” Departamento de informática – Universidad Nacional de San Luis - Argentina. pp. 6, Feb. 2004. [En línea]. Disponible: [http://www.dirinfo.unsl.edu.ar/~profeso/PagProy/articulos/cacic%202004\\_1.pdf](http://www.dirinfo.unsl.edu.ar/~profeso/PagProy/articulos/cacic%202004_1.pdf). [Accedido Jun. 15, 2008].
- [51] A Vázquez, “Empaquetado y Generación de Metadatos de Objetos de Aprendizaje con Voz - Anexo A: Estándares relacionados con Objetos de Aprendizaje,” Tesis de pregrado, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México, 2006. [En línea]. Disponible: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/rodriguez\\_v\\_a/apendiceA.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/rodriguez_v_a/apendiceA.pdf). [Accedido Abril 2008].
- [52] Universidad de Jaume I - Centro de Educación y Nuevas Tecnologías de la UJI, “Selección de un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje de código abierto para la Universitat Jaume I,” Universidad Jaume I, España, Rep. Téc. 2004. [En línea]. Disponible: [http://cent.uji.es/doc/eveauji\\_es.pdf](http://cent.uji.es/doc/eveauji_es.pdf). [Accedido May. 10, 2009].
- [53] Observatorio de E-learning del país Vasco, “Plataformas LMS - LMS vs LCMS,” Observatorio de E-learning del país Vasco, Rep. Tec. Dic. 26, 2005. [En línea]. Disponible: <http://www.aulaglobal.net/ve/observatorio/articles.php?lng=es&pg=120>. [Accedido May. 10, 2009].

- [54] Learning Circuits, "Field Guide to Learning Management Systems," *learningcircuits.org*, 2005. [En línea]. Disponible: [www.learningcircuits.org/NR/rdonlyres/BFEC9F41-66C2-42EF-BE9D-E4FA0D3CE1CE/7304/LMS\\_fieldguide1.pdf](http://www.learningcircuits.org/NR/rdonlyres/BFEC9F41-66C2-42EF-BE9D-E4FA0D3CE1CE/7304/LMS_fieldguide1.pdf). [Accedido Jun. 11, 2008].
- [55] I. Álvarez, S. Bucarey y D. Espinoza, "Empaquetamiento de un objeto de aprendizaje basado en el Estándar SCORM y su Visualización en LMS de Código Abierto," en *Primera Conferencia Latinoamericana de Objetos de aprendizaje*, 23-27 Octubre, 2003. [En línea]. Disponible: [http://www.laclo.espol.edu.ec/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=5](http://www.laclo.espol.edu.ec/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=5). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [56] N. Duncan, "Capturing flexibility of information technology infrastructure: A study of resource characteristics and their measure". *Journal of Management Information Systems* Vol. 12 No. 2, Fall 1995 pp. 37-57. [En línea]. Disponible: [http://www.jmis-web.org/articles/v12\\_n2\\_p37/index.html](http://www.jmis-web.org/articles/v12_n2_p37/index.html). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [57] P. Jardin, "Supporting scalability and flexibility in a platform". Disponible en: <http://www.iop.org/EJ/article/0967-1846/3/2/006/ds6205.pdf?request-id=05ec327b-8a16-47f5-8274-b7a7626508a7>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [58] Wikipedia, "Escalabilidad," *Wikipedia.org*, Abr. 13, 2007. [En línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Escalabilidad>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [59] T. Granollers, "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad - MPlu+a: Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares," Tesis doctoral, Universidad de Lleida, España, 2004.
- [60] International Standards Organization, "Software ergonomics for multimedia user interfaces - Part 3: Media selection and combination", *International Standards Organization*, ISO 14915-3, 2002. [En línea]. Disponible: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=28584](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28584). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [61] H. Thimbleby, *User interface Design*. Reading, MA: ACM Press, Addison and Wesley, 1990.
- [62] Ergoestudio, "Sobre las pruebas de usuario," *ergoestudio.com*, 2004. [En línea]. Disponible en: <http://www.ergoestudio.com/inicio/preguntas/pruebas.php#cpsn>. [Accedido Jun. 15, 2009].
- [63] International Standards Organization, "Evaluacion del producto Software, ISO 14598, 2002. [En línea]. Disponible: <http://www.scribd.com/doc/14897492/Estandar-ISOIEC14598-Evaluacion-del-Producto-Software> [Accedido Jun. 10, 2009].
- [64] C. Duncan, "Granularization," en *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-learning*, A. Littlejohn (Ed.), London: Open & Flexible Learning Series, 2003, pp. 12-19. [En línea]. Disponible: <http://www.jime.open.ac.uk/2003/1/JIME-2003-1pdf>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [65] Alejandro Floría Cortés, "Recopilación de Métodos de Usabilidad Introducción," *sidar.org*, Feb. 10, 2000. [En línea]. Disponible:

- <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/Herramientas.htm>. [Accedido Jun. 15, 2009].
- [66] M. Marzal, J. Calzada, M. Viannello, "Criterios para la evaluación de la usabilidad de los recursos educativos virtuales: un análisis desde la alfabetización en información" *Information Research*, vol. 13, no. 4, Diciembre 2008. [En línea]. Disponible: <http://InformationR.net/ir/13-4/paper387.html>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [67] Edutech, "Evaluation of Learning Management Systems," *University of Fribourg*, Suiza, Rep. Tec. 2003. [En línea]. Disponible: <http://www.edutech.ch/lms/ev2.php>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [68] Commonwealth of Learning, "COL LMS Open Source," 3waynet Inc. y Commonwealth of Learning, Vancouver, Canada. Rep. Tec. 2003. [En línea]. Disponible: [http://www.uv.es/ticape/pdf/Evaluacion\\_de\\_plataformas\\_libres2003.pdf](http://www.uv.es/ticape/pdf/Evaluacion_de_plataformas_libres2003.pdf). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [69] SIGOSSEE / JOIN - Open Source for Education in Europe, "Evaluación de las plataformas LMS". Feb. 28, 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.guidance-research.org/sigossee/join/sp/lms>. [Accedido Dic. 21, 2008].
- [70] Centro de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad Jaume I - UJI, "Selección de un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje de código abierto para la Universitat Jaume I," *Universidad Jaume I*, España, Rep. Tec. 2004. [En línea]. Disponible: [http://cent.uji.es/doc/eveauji\\_es.pdf](http://cent.uji.es/doc/eveauji_es.pdf). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [71] S. Gonzales, "Revisión de Plataformas de Entorno de Aprendizaje," *VIII Encuentro internacional Virtual Educa 2007*, pp. 3-5, Junio 2007. [En línea]. Disponible: [www.virtualeduca.info/ponencias/154/SGS.doc](http://www.virtualeduca.info/ponencias/154/SGS.doc). [Visitada Jun. 10, 2009].
- [72] Observatorio de E-learning del país Vasco, "Plataformas LMS - LMS vs LCMS," *Aulaglobal.net*, Dic. 26, 2005. [En línea]. Disponible: <http://www.aulaglobal.net/ve/observatorio/articulos.php?lng=es&pg=120>. [Accedido May. 10, 2009].
- [73] Observatorio de E-learning Universidad del país Vasco, "Criterios de selección de LMS," *pulsar.ehu.es*, 2004. [En línea]. Disponible: <http://pulsar.ehu.es/pulsar/buenaspracticasherramientas/criterioseleccion>. [Accedido Jun. 12, 2009].
- [74] G. Piskurich, *The AMA handbook of e-learning: Effective design, implementation, and technology solutions*, G. Piskurich Ed. New York: 2003, AMA, pp. 496.
- [75] I. Álvarez, S. Bucarey y D. Espinoza, "Empaquetamiento de un objeto de aprendizaje basado en el Estándar SCORM y su Visualización en LMS de Código Abierto," en *Primera Conferencia Latinoamericana de Objetos de aprendizaje*, 23-27 Octubre, 2003. [En línea]. Disponible: [http://www.laclo.espol.edu.ec/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=5](http://www.laclo.espol.edu.ec/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=5). [Accedido Jun. 10, 2009].
- [76] G. Díaz, M. María, *Hacia una ontología sobre LMS; Implementación de Aulas virtuales*, VII *Jornadas Internacionales de las Ciencias Computacionales* Universidad de Colima, Noviembre,

- 2005 Colima, México, 2005. [En línea]. Disponible: [http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/calidad\\_59.pdf](http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/calidad_59.pdf). [Accedido Jun. 12, 2009].
- [77] Atutor, "What is Atutor," Atutor.ca, 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.atutor.ca/atutor/docs/index.php>. [Accedido Jun. 12, 2009].
- [78] M Aberdour, "Open Source Learning Management" Epic, Reino Unido, Rep. Tec. BN1 1NH 2007. [En línea]. Disponible en: [http://content.tibs.at/pix\\_db/documents/whitepaper\\_os\\_lms.pdf](http://content.tibs.at/pix_db/documents/whitepaper_os_lms.pdf). [Visitada 12 junio 2009].
- [79] Moodle, "Acerca de Moodle," *docs.moodle.org*, Ago. 4, 2007. [En línea]. Disponible en: [http://docs.moodle.org/es/Acerca\\_de\\_Moodle](http://docs.moodle.org/es/Acerca_de_Moodle). [Accedido Jun. 12, 2009].
- [80] Ilias, "User Documentation for ILIAS," *ilias.de*, Abr. 18, 2009 [En línea]. Disponible: [http://www.ilias.de/docu/goto\\_docu\\_cat\\_1529.html](http://www.ilias.de/docu/goto_docu_cat_1529.html). [Accedido Jun. 10, 2009]
- [81] Comunidad indígena Yanakona, Sitio Web oficial. [En línea]. Disponible: [www.nacionyanakuna.org](http://www.nacionyanakuna.org). [Accedido Jun. 12, 2009].
- [82] Cisco System. "How to Build Modules, Lessons, and Topics". Cisco. 2003.
- [83] K. Thompson y F. Yonekura, "Practical Guidelines for Learning Object Granularity from One Higher Education Setting," *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects.*, Rev., vol. 1, pp.168-171, 2005. [En línea]. Disponible: <http://ijklo.org/Volume1/v1p163-179Thompson.pdf>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [84] R. Smith, "Guidelines for authors of learning objects," *The New Media Consortium*, 2007. [En línea]. Disponible: <http://archive.nmc.org/guidelines/NMC%20LO%20Guidelines.pdf>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [85] L. Luna, "El diseño de interfaz gráfica de usuario para publicaciones digitales," *Revista Digital Universitaria en línea*, vol. 5, no. 7, 2004. [En línea]. Disponible: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num7/art44/art44-1.htm>. [Accedido Jun. 10, 2009].
- [86] N. Sierra, S. Chapa, "Diseño de Interfaces Visuales," [www.cs.cinvestav.mx](http://www.cs.cinvestav.mx), Mar. 26, 2001. [En línea]. Disponible: <http://www.cs.cinvestav.mx/CursoVis/prinvisual.html>. [Accedido Jun. 10, 2009]
- [87] P. Manuel, L Christian, S. Alejandra, "Calidad en objetos de aprendizaje". Feb. 3, 2003. [En línea]. Disponible: [http://www.web.upsa.es/spdece08/contribuciones/139\\_CalidadEnObjetosDeAprendizajeTypeInstSpringerFinalVidalSeguraPrietov99.pdf](http://www.web.upsa.es/spdece08/contribuciones/139_CalidadEnObjetosDeAprendizajeTypeInstSpringerFinalVidalSeguraPrietov99.pdf). [Accedido Jun. 10, 2009]
- [88] M. Hassan, F. Martín, J. Francisco, "Elementos de navegación y orientación del usuario," *No Solo Usabilidad*, nº 1, 2002. Disponible en: [www.nosolousabilidad.com](http://www.nosolousabilidad.com). [Accedido Jun. 10, 2009].

[89]ADL Advanced Distributed Learning. Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 3rd Edition. ADL Technical Team. Documentation Suite Release. Disponible en <http://www.adlnet.gov/downloads/DownloadPage.aspx?ID=237> [Accedido Jun. 10, 2009].

[90]Programa de Educación Yanakona, "*Minga Educativa del 9 y 10 de abril del año 2007*". Cabildo Mayor Yanakona. Popayán. 2007.