



# **Storytelling digital personalizado en sistemas recomendadores educativos afectivos sensibles al contexto**

Máster en Inteligencia Artificial Avanzada  
*Universidad Nacional de Educación a Distancia*

**Directora:** Ángeles Manjarrés Riesco

**Autor:** Marcos Belver Fernández

Curso académico 2018/2019

## Agradecimientos

Quisiera comenzar este Trabajo Fin de Máster agradeciendo y destacando la inestimable ayuda prestada por Alejandra Barbarelli para la realización de este trabajo ya que de manera totalmente desinteresada ha colaborado en una buena parte del mismo.

También a la directora del trabajo, Ángeles Manjarrés Riesco, por su paciencia y su buen hacer a lo largo de este proyecto y que ha sido un pilar fundamental para la finalización del mismo. Agradecer su confianza, su tiempo y su ayuda durante la elaboración de este trabajo.

A todos aquellos estudiantes de la UNED que de forma voluntaria participaron en la encuesta para la recopilación de datos de estudiante y contextos de estudio. Realizar un agradecimiento especial también a todos los alumnos que participaron en el taller “Atrapasueños” y que compartieron sus historias y vivencias en la educación a distancia.

A los miembros del grupo de teatro “Impronta” por la realización del taller “Atrapasueños” y al CEMAV por la facilitación de las grabaciones del taller y que han sido fundamentales para la realización de este trabajo.

Y por último a mi familia, y en especial a mi novia Rebeca, por su paciencia y apoyo durante los momentos más duros. Gracias por mantener mi ánimo e ilusión siempre a flote.

## Tabla de contenidos

Agradecimientos.....	1
Resumen.....	5
Abstract .....	6
Nomenclatura.....	7
Índice de figuras.....	8
1. Introducción.....	9
1.1. Antecedentes .....	10
1.2. Motivación .....	11
1.3. Hipótesis de investigación.....	13
1.4. Objetivos de investigación .....	13
1.5. Metodología.....	15
1.6. Estructura de la memoria.....	16
2. Estado de la cuestión .....	18
2.1. Sistemas recomendadores.....	18
2.1.1. Sistemas recomendadores basados en contexto .....	19
2.1.2. Sistemas recomendadores educativos afectivos.....	24
2.2. Razonamiento Basado en Casos.....	25
2.2.1. RBC en sistemas recomendadores.....	27
2.2.2. RBC basado en ontologías.....	28
2.2.3. Similitud semántica.....	29
2.3. Ontologías .....	34
2.3.1. Lenguajes ontológicos.....	36
2.3.2. Editores ontológicos .....	38
2.3.3. Revisión de ontologías de interés .....	40
2.4. Contexto de investigación y potenciales aportaciones .....	49
3. Metodología.....	51
3.1. Ingeniería de requisitos .....	51
3.2.1. Teatro psicopedagógico .....	52
3.2.2. Recogida de datos mediante encuesta .....	54
3.2. Metodologías para el desarrollo de la ontología .....	56
3.2.4. Methontology.....	56

3.2.5.	NeOn .....	57
3.2.6.	UPON Lite .....	58
3.2.7.	Conclusiones.....	59
3.3.	Reutilización parcial de ontologías.....	60
3.3.1.	Perfil de usuario.....	60
3.3.2.	Modelo de estudiante.....	61
3.3.3.	Entornos virtuales.....	62
3.3.4.	Emociones y personalidad.....	64
3.3.5.	Rasgos físicos.....	67
3.3.6.	Climatología.....	67
3.3.7.	Resumen.....	68
4.	Arquitectura propuesta.....	69
4.1.	Modelo de componentes.....	69
4.1.1.	Sensores .....	69
4.1.2.	Módulo de análisis de contextos .....	70
4.1.3.	Módulo de actualización de datos .....	70
4.1.4.	Módulo de perfil de usuario y contextos .....	71
4.1.5.	Módulo recomendador de historias .....	71
4.1.6.	Módulo de animación digital.....	73
4.1.7.	Integración de componentes.....	74
4.2.	Diagrama de procesos .....	74
5.	Prueba de concepto .....	77
5.1.	Ingeniería de requisitos .....	77
5.1.1.	Análisis de vídeos del taller “Atrapasueños” .....	78
5.1.2.	Análisis de la encuesta .....	83
5.1.3.	Conclusiones.....	87
5.2.	Desarrollo de la ontología.....	89
5.2.1.	Nivel taxonómico.....	90
5.2.2.	Nivel de predicación.....	91
5.2.3.	Nivel de pertenencia .....	91
5.2.4.	Nivel ontológico.....	91
5.2.5.	Axiomas.....	98
5.3.	Experimentación.....	99
5.3.1.	Definición de casos .....	99

---

5.3.2.	Poblado de la ontología .....	100
5.3.3.	Regiones de similitud .....	101
5.3.4.	Función de similitud.....	103
5.3.5.	Resultados .....	109
5.4.	Ejemplo de adaptación de historia .....	138
5.4.1.	Historia 1. La montaña .....	138
5.4.2.	Historia 2. La semilla .....	141
5.5.	Conclusiones .....	143
6.	Discusión de resultados y conclusiones .....	145
6.1.	Ingeniería del conocimiento en e-learning .....	145
6.2.	Storytelling digital en educación .....	146
6.3.	Sistemas recomendadores educativos afectivos .....	146
6.3.1.	RBC como técnica de recomendación.....	147
6.4.	Líneas de trabajo futuras .....	148
6.5.	Conclusiones .....	149
Apéndices	.....	151
APÉNDICE 1.	Teatros para la transformación .....	151
APÉNDICE 2.	Narrativa inteligente por computador.....	158
APÉNDICE 3.	Nivel taxonómico.....	168
APÉNDICE 4.	Encuesta .....	177
APÉNDICE 5.	Biografía de Alejandra Barbarelli.....	193
Bibliografía	.....	194

## Resumen

El gran auge experimentado en la actualidad por el aprendizaje *online* ha suscitado un creciente interés acerca de los sistemas recomendadores educativos enfocados a la recomendación de cursos y materiales educativos adaptados a las características y preferencias de cada estudiante. Sin embargo, en el ámbito de la educación a distancia existe una problemática común no presente en los estudios convencionales y que se asocia con las características de este perfil de estudiante y su contexto particular de estudio. En concreto los estudiantes a distancia tienen que hacer frente a un conjunto de responsabilidades, más allá de las académicas, como las laborales y familiares que pueden influir de manera negativa en el rendimiento académico del alumno y en su estado anímico.

En esta investigación se pone de manifiesto la significativa carencia de trabajos existentes en el ámbito de la educación a distancia que se centren en atender los aspectos emocionales o anímicos de estos estudiantes y que reflejen las características y los contextos particulares en los que los alumnos desarrollan sus estudios. Por ello el principal objetivo de esta investigación es enriquecer el paradigma de los sistemas recomendadores educativos afectivos sensibles al contexto a través de una arquitectura para la integración de *storytelling* digital personalizado, interactivo y dinámico en plataformas de e-learning. Esta arquitectura permitirá ofrecer sesiones de *coaching* afectivo en línea a través de *storytelling* para proporcionar historias personalizadas en sintonía con las características particulares del estudiante y de su contexto de estudio y que estarán dotadas de una alta carga psicoterapéutica. Por otro lado, la arquitectura propuesta en este trabajo será genérica y reutilizable por lo que su uso puede ser extendido a cualquier aplicación en el ámbito educativo para su utilización como medio digital de enseñanza y aprendizaje.

A través de la experimentación llevada a cabo en este trabajo ponemos también de manifiesto el gran potencial de los sistemas de razonamiento basados en casos en esta arquitectura como elementos recomendadores para la recuperación de soluciones a través de funciones de similitud que miden las semejanzas entre las características de los perfiles de usuario y sus contextos de estudio. Los resultados obtenidos en nuestra prueba de concepto demuestran que la idea de reutilizar la experiencia previa para la adaptación de nuevas soluciones supone un enfoque novedoso y muy prometedor en el ámbito de los sistemas recomendadores educativos afectivos que tienen por finalidad ofrecer contenido digital dinámico y personalizable para propósitos académicos.

## Abstract

The boom experienced nowadays in the e-learning domain has provoked a growing interest in the field of e-learning recommender systems focused on making recommendations of courses and educative materials adapted to the characteristics and preferences of each student. However, in the e-learning domain there are some difficulties not present in the conventional studies due to the student profile and his particular study context. These problems are associated with the special characteristics of this kind of student that sometimes has to deal with a set of responsibilities (apart from academics) that can affect negatively in his academic performance and his state of mind.

In this investigation we bring to light the significant lack of existent works in the e-learning field focused on attending the emotions and state of mind of these students. Our investigation also brings to light the lack of e-learning recommender systems that have into account the particular context in which these students carry out their studies. For these reasons, the main goal of our investigation is to enrich the paradigm of the context-aware e-learning recommender systems proposing an architecture for the integration of customized, interactive and dynamic digital storytelling in e-learning platforms. The proposed architecture will allow offering online and emotional coaching sessions using storytelling in order to provide personalized stories based on the current student context and his profile and offering a high psychotherapeutic load. Furthermore, our proposed architecture will be generic and reusable in the academic field so its use could be extended to any application in the e-learning scope for its use as training and learning digital media.

By means of the experimentation we carry through on this work we lay bare the potential utility of the case-based reasoning systems in the proposed architecture as the key component for the recovery of solutions through similarity functions that measure the similarities between the user's characteristics and their particular study context. The results obtained in our test show that the idea of reusing prior experiences for the adaptation of new solutions supposes an original and promising approach in the scope of affective e-learning systems that try to offer dynamic and customized digital content for educational purposes.

## Nomenclatura

BPMN	Business Process Model and Notation
CEMAV	Centro de medios audiovisuales de la UNED
EV	Entorno Virtual
LC	Librería de Casos
MAP	Mean Average Precision
MOOC	Massive Open Online Courses
ODP	Ontology Design Patterns
OWL	Web Ontology Language
RBC	Razonamiento Basado en Casos
RDF	Resource Description Framework
SR	Sistema Recomendador
SRSC	Sistema Recomendador Sensible al Contexto
SREASC	Sistema Recomendador Educativo Afectivo Sensible al Contexto
TORMES	Tutor Oriented Recommendations Modelling for Educational Systems
W3C	Consortio World Wide Web

# Índice de figuras

ILUSTRACIÓN 1. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PUBLICACIONES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS ACERCA DE CARS (K. HARUNA, M. A. ISMAIL, S.SUHENDROYONO, D.DAMIASIH, A.C.PIEREWAN,H.CHIROMA,T.HERAWAN, 2017).....	20
ILUSTRACIÓN 2. DIFERENTES ENFOQUES DE FILTRADO.....	23
ILUSTRACIÓN 3. CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA RBC.....	27
ILUSTRACIÓN 4. CÁLCULO DE DISTANCIA ENTRE CONCEPTOS UTILIZANDO EL CONCEPTO DE CAMINO.....	30
ILUSTRACIÓN 5. REGIONES DE SIMILITUD DEFINIDAS PARA UNA ONTOLOGÍA. (A. A. ASSALI, D. LENNE, B. DEBRAY, 2009) ..	34
ILUSTRACIÓN 6. ONTOLOGÍA DE ESTUDIANTE DESARROLLADA EN (D. PANEVA, 2006) .....	43
ILUSTRACIÓN 7. REPRESENTACIÓN DE LAS EMOCIONES. LA PARTE IZQUIERDA REFLEJA COMO LOS HUMANOS EXPRESAMOS NUESTRAS EMOCIONES Y LA PARTE DERECHA LOS POSIBLES MODELOS DE REPRESENTACIÓN DE LAS MISMAS. ....	47
ILUSTRACIÓN 8. TIPOS DE RELACIONES POSIBLES EN LA ONTOLOGÍA VCARD .....	61
ILUSTRACIÓN 9. REPRESENTACIÓN DE OBJETOS EN ENTORNOS VIRTUALES EN (M. MESSAOUD, F. CHERIF, C. SANZA, V. GAILDRAT, 2015).....	63
ILUSTRACIÓN 10. REPRESENTACIÓN DE HUMANOS VIRTUALES EN (M. MESSAOUD, F. CHERIF, C. SANZA, V. GAILDRAT, 2015) .....	64
ILUSTRACIÓN 11. REPRESENTACIÓN DE LA EMOCIÓN <i>CARIÑOSO</i> A TRAVÉS DE EMOTIONML. ....	66
ILUSTRACIÓN 12. EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN DE UN TIPO DE PERSONALIDAD EMPLEANDO EL MODELO DE LOS CINCO GRANDES A TRAVÉS DE PERSONALITYML. (A. S. N. NUNES, M. SANTOS BEZERRA, J. ADICINÉIA, 2012) .....	67
ILUSTRACIÓN 13. REPRESENTACIÓN DE LA COMPOSICIÓN INTERNA DEL COMPONENTE RBC .....	72
ILUSTRACIÓN 14. REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE STORYTELLING DIGITAL PROPUESTA .....	74
ILUSTRACIÓN 15. ESPECIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ARQUITECTURA TRAVÉS DE LA NOTACIÓN BPMN.....	75
ILUSTRACIÓN 16. PREPARACIÓN DEL TALLER "ATRAPASUEÑOS" A CARGO DE ALEJANDRA BARBARELLI.....	79
ILUSTRACIÓN 17. UN FOTOGRAMA QUE REPRESENTA LA ENTREVISTA ENTRE LA DIRECTORA Y UNO DE LOS PARTICIPANTES. ...	79
ILUSTRACIÓN 18. ESCENIFICACIÓN DE LA ESCENA POR PARTE DE LOS ACTORES DE IMPRONTA DESPUÉS DE OBTENER LOS CONTEXTOS DE ESTUDIO MÁS RELEVANTES DEL PARTICIPANTE. ....	80
ILUSTRACIÓN 20. REPRESENTACIÓN DE DATOS ASOCIADOS AL ESTUDIO DE LOS ENCUESTADOS.....	84
ILUSTRACIÓN 21. MOTIVACIÓN PRINCIPAL DEL ALUMNO PARA CURSAR ESTUDIOS A DISTANCIA.....	86
ILUSTRACIÓN 22. SITUACIÓN ANÍMICA DEL ESTUDIANTE ANTES DE COMENZAR EL ESTUDIO. ....	87
ILUSTRACIÓN 23. SECUENCIA DE PASOS DE LA METODOLOGÍA UPON LITE.....	90
ILUSTRACIÓN 24. REPRESENTACIÓN DE LOS TRES CONCEPTOS DE MÁS ALTO NIVEL DE LA ONTOLOGÍA. ....	92
ILUSTRACIÓN 25. JERARQUÍA DE CONCEPTOS PARA LA REPRESENTACIÓN DEL ESTUDIANTE.....	92
ILUSTRACIÓN 26. DIVISIÓN DEL CONTEXTO EN CUATRO SUB-CONTEXTOS. ....	93
ILUSTRACIÓN 27. REPRESENTACIÓN DEL CONTEXTO PERSONAL DEL ALUMNO. ....	93
ILUSTRACIÓN 28. REPRESENTACIÓN DEL CONTEXTO ACADÉMICO DEL ALUMNO.....	94
ILUSTRACIÓN 29. REPRESENTACIÓN DEL CONTEXTO ESPACIO-TIEMPO DEL ALUMNO. ....	94
ILUSTRACIÓN 30. REPRESENTACIÓN DEL CONTEXTO INTERPERSONAL DEL ALUMNO.....	95
ILUSTRACIÓN 31. RELACIÓN ESTUDIANTE-CONTEXTO.....	95
ILUSTRACIÓN 32. REPRESENTACIÓN DE LA TERMINOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LAS HISTORIAS. ....	96
ILUSTRACIÓN 33. REPRESENTACIÓN DE LA SIMILITUD ENTRE ESTADOS ANÍMICOS. ....	106

# Capítulo 1

## 1. Introducción

En los últimos años los sistemas recomendadores educativos han acaparado una gran atención debido al impulso experimentado por la educación *online*. El gran volumen de información disponible en el entorno educativo a distancia ha permitido que estos sistemas puedan ofrecer recomendaciones relevantes a los usuarios que hacen uso de estos servicios. Estos sistemas juegan un rol educativo muy importante hoy en día ya que permiten que los estudiantes puedan encontrar cursos y materiales de aprendizaje adecuados para alcanzar sus objetivos de aprendizaje a la vez que se adaptan a las características y preferencias de cada alumno.

Sin embargo en el ámbito de la educación a distancia existe una problemática inexistente en la educación convencional y que apenas ha sido tratada por parte de los sistemas recomendadores educativos. El perfil del estudiante online y su contexto de estudio presentan un conjunto de particularidades respecto al estudiante tradicional que resulta fundamental conocer con vistas a garantizar un proceso de aprendizaje exitoso y completo. Estas particularidades pueden ser las causantes de un abandono académico prematuro así como de producir periodos de crisis y estrés que afecten de manera significativa tanto al rendimiento académico del estudiante como a su autoestima y confianza. Dentro del campo de la computación afectiva en educación, y en particular los sistemas recomendadores educativos afectivos personalizados y sensibles al contexto, existe una significativa carencia de sistemas educativos enfocados a tratar los problemas asociados al estudio a distancia así como a ofrecer una respuesta a las necesidades afectivas de cada estudiante en un momento determinado.

En este trabajo pretendemos abordar esta problemática considerando aspectos tan relevantes como la personalidad, el estado anímico, la inteligencia emocional o la respuesta afectiva del alumno en un contexto de estudio determinado. Para ello planteamos el empleo de técnicas de teatro psicopedagógico para la representación de contextos de estudio habituales en combinación con *storytelling* digital interactivo<sup>1</sup>, personalizable e interactivo para el ofrecimiento de sesiones de *coaching* afectivo. Este *coaching* afectivo mediante *storytelling* tiene por objetivo proporcionar historias personalizadas en sintonía con el contexto actual del estudiante así como sesiones de teatro psicopedagógico donde el estudiante puede elegir entre un conjunto de historias personalizadas que el sistema genera automáticamente al registrar los contextos de estudio más frecuentes.

Entre las principales aportaciones de este trabajo destacamos nuestra propuesta de arquitectura para la integración de teatro psicopedagógico virtual en sistemas recomendadores educativos sensibles al contexto para el soporte afectivo de los estudiantes así como el desarrollo de una ontología *ad hoc* y un prototipo para la realización de una prueba de concepto. La arquitectura propuesta tiene por finalidad la generación de historias animadas digitales que

---

<sup>1</sup> El *storytelling* digital interactivo se define como el arte de contar historias a través de diferentes medios digitales como texto, imágenes, grabaciones, música y vídeo.

reflejen los múltiples contextos y las características particulares de cada estudiante. Además, debido a la creciente relevancia adquirida por el *storytelling* digital personalizado entre las prácticas educativas la arquitectura propuesta no solo será aplicable al caso de *storytelling* digital para el soporte afectivo simulando sesiones de teatro psicopedagógico, sino que también será aplicable para la integración de *storytelling* digital personalizado con cualquier propósito educativo en sistemas recomendadores educativos sensibles al contexto.

En los siguientes apartados presentamos en primer lugar los antecedentes de nuestro trabajo y planteamos nuestra motivación para llevar a cabo esta investigación. Después continuamos presentando cuáles son nuestros objetivos principales y describimos la metodología empleada en la realización de este trabajo. Por último concluimos este primer capítulo con una breve descripción de la organización y estructura de la memoria.

## 1.1. Antecedentes

En cursos previos se abordó por parte de personal investigador de la UNED una investigación con el propósito de concebir, experimentar y evaluar diferentes técnicas de ingeniería de requisitos basadas en el teatro psicopedagógico para el desarrollo de Sistemas Recomendadores Educativos Afectivos Sensibles al Contexto (A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid., 2017). El teatro psicopedagógico se ha utilizado como herramienta de investigación en educación y psicología ya que facilita el acceso tanto a los aspectos cognitivos como a los aspectos emocionales del público participante. En concreto la técnica de teatro psicopedagógico empleada en esta investigación se basó en el teatro de improvisación o espontáneo donde el objetivo es animar a los miembros del público a compartir sentimientos e historias de sus vidas que posteriormente son recreadas en directo. Este teatro ya había sido empleado en ingeniería de requisitos con el objetivo de favorecer un diseño basado en las inquietudes, aspiraciones y experiencias vividas por parte de los usuarios para identificar los escenarios clave de uso en los sistemas informáticos (A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid., 2017).

La investigación realizada consistió en tres fases principales: la fase de experimentación de recopilación de contextos mediante el teatro psicopedagógico, la fase de elaboración de resultados del experimento y la recogida de análisis de datos de encuestas. La primera fase requirió la celebración de un taller con alumnos de la UNED y del grupo de teatro de improvisación “Impronta” dirigido por Alejandra Barbarelli<sup>2</sup> y conocido como “Atrapasueños”. El principal propósito de este taller fue obtener información relevante de los propios alumnos de la UNED sobre los escenarios característicos con relevancia afectiva en que desarrollan su aprendizaje y el modo en que los gestionan. La segunda fase consistió en la edición de las escenas filmadas con el propósito de disponer de diferentes vídeos que recogen cada una de las historias relatadas y el diseño de encuestas para evaluar la información recopilada. En la tercera

---

<sup>2</sup> Alejandra Barbarelli es experta en coaching y teatro psicopedagógico y directora del grupo de teatro de improvisación Impronta. En el APÉNDICE 5. Biografía de Alejandra Barbarelli puede consultarse una pequeña referencia biográfica sobre ella.

y última fase se realizó la evaluación de los resultados obtenidos a través de la recogida y análisis de datos de encuestas.

A través de las respuestas obtenidas de las encuestas se observó que las historias narradas durante el taller describían vivencias muy representativas del universo afectivo del estudiante a distancia con las que los alumnos se veían representados. Por otro lado esta investigación permitió constatar que el teatro psicopedagógico, y en particular el espontáneo, proporciona información relevante que de manera inicial los participantes transmiten a través de la comunicación no verbal y que tras la escenificación se vuelve conocimiento consciente que pueden verbalizar. Una gran mayoría de los estudiantes participantes apreció de manera muy positiva el valor de los vídeos y el carácter lúdico y representativo de la experiencia. Además, la investigación puso de manifiesto cómo tras la visualización de los vídeos algunos de los encuestados se animaron a compartir sus propias anécdotas y vivencias motivados por las historias de sus pares, revelando así nuevos contextos de estudio remarcables.

## 1.2. Motivación

Los estudios a distancia plantean una serie de situaciones conflictivas singulares no presentes en estudios presenciales y que tienen una importante influencia sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Estas situaciones atienden a distintas razones si bien casi todas ellas se centran en el perfil del alumno a distancia, el cual se caracteriza por presentar grandes diferencias con el perfil del alumno presencial. En general se trata de estudiantes en edad más adulta y que tienen que hacer frente a una amplia variedad de desafíos, más allá del académico, tales como la compaginación laboral o las obligaciones familiares. Entender estos factores resulta crítico ya que pueden convertirse en los desencadenantes de situaciones que fuerzan al alumno al abandono académico antes de completar sus estudios.

Con el rápido crecimiento del *e-learning* en las últimas décadas se ha llevado a cabo una gran variedad de estudios que se han centrado en analizar las situaciones conflictivas más comunes causantes de un abandono académico prematuro por parte de los estudiantes a distancia. De acuerdo con (K. Stoessel, T.A Ihme, M. L. Barbarino, B. Fisseler, S. Stürmer, 2015) existen tres categorías conceptuales que presentan distintos factores de riesgo en el abandono académico. La primera se relaciona con las características predisponentes de los estudiantes tales como sus características sociodemográficas, sus rasgos de personalidad o sus motivaciones. La segunda categoría se asocia con eventos críticos en la vida del estudiante tales como las obligaciones laborales o familiares que pueden afectar al entorno de aprendizaje. La tercera categoría consiste en todos los factores institucionales tales como las metodologías y tecnologías de enseñanza a distancia, los sistemas de soporte para el aprendizaje o los servicios administrativos. En (R. P. Castro, J. M. Rodríguez, 2016) los autores agrupan las características más significativas del abandono estudiantil en cuatro factores: el factor socioeconómico (la situación económica del estudiante), el factor individual (la interferencia de los estudios con el trabajo u otros factores personales), el factor institucional (los servicios y material de enseñanza disponibles) y el factor académico (problemas asociados con la dificultad encontrada por los

alumnos con algunas asignaturas). Debido a estos problemas en los últimos años se han comenzado a aplicar técnicas de *coaching* educativo que aportan importantes beneficios en el aprendizaje al permitir mejorar la autoestima y la confianza del alumno de forma que estos pueden desarrollar más su autonomía, su responsabilidad a la hora de lograr sus objetivos académicos y su gestión del tiempo. En particular el *coaching* afectivo se ha enfocado en mejorar diferentes aspectos afectivos del estudiante tales como la seguridad o la apatía con el objetivo de que puedan conocerse mejor a sí mismos, aprendan a aceptarse como son y sean capaces de establecer un plan de futuro propio acercándose a la realidad de la vida logrando un crecimiento interno y unos niveles de felicidad adecuados.

El número de investigaciones relacionadas con los sistemas educativos enfocados a ofrecer soporte afectivo personalizado a cada alumno ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años. Estos sistemas se caracterizan por ser capaces de enriquecer el contenido educativo proporcionado en un entorno académico online a cada estudiante teniendo en cuenta el impacto y la influencia que las emociones y la personalidad del alumno ejercen durante su proceso de aprendizaje. En (Santos, 2016) se lleva a cabo una revisión actualizada de una amplia variedad de trabajos enfocados a la detección de estados afectivos y a la adaptación del contenido académico en distintos entornos educativos. Sin embargo en base a la literatura de este campo se ha observado que hasta la fecha no se ha contemplado de manera integral la problemática del estudiante a distancia y sus necesidades afectivas más allá de considerar la influencia en el ánimo de dificultades de aprendizaje específicas. De esta manera, y como se pone de manifiesto en (Santos, 2016), la mayoría de enfoques propuestos no tienen en cuenta el contexto en el que se produce una determinada circunstancia, es decir, qué lleva al alumno a experimentar un cambio en sus emociones o sentimientos en un momento puntual ni tampoco a plantear la problemática a la que el estudiante a distancia hace frente en su día a día. De esta manera el auge del campo del e-learning pone de manifiesto la necesidad de reforzar estos sistemas de aprendizaje online mediante técnicas de *coaching* virtual, o dicho de otra manera, técnicas sobre cómo explotar y mejorar el rendimiento de las personas y su conocimiento de manera óptima. La revisión de la literatura llevada a cabo en este trabajo pone de manifiesto que los sistemas educativos afectivos actuales son muy limitados en cuanto a *e-coaching* afectivo personalizado.

A raíz de la experiencia obtenida tras la investigación relatada en la sección 1.1 planteamos la posibilidad de “virtualizar” esta metodología de *coaching* mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial para el desarrollo de una aplicación, integrable en plataformas de *e-learning* (en particular en sistemas recomendadores afectivos sensibles al contexto), que permita simular talleres de *coaching* mediante técnicas de teatro psicoterapéutico. En estos talleres las representaciones teatrales se corresponderán con películas animadas, personalizables de acuerdo al perfil y el contexto de estudio del estudiante e, idealmente, con películas de realidad virtual. Nuestra investigación presenta dos rasgos principales: por un lado se trata de una investigación multidisciplinar ya que implica la personalización dinámica de historias mediante *storytelling* digital interactivo, sistemas recomendadores personalizados educativos afectivos sensibles al contexto y sistemas de razonamiento basados en casos en combinación con ontologías. Por otro lado también será interdisciplinar ya que planteamos una arquitectura integradora de todas estas tecnologías en base a ontologías estándar compartidas.

Por último destacar que si bien la motivación inicial de nuestro trabajo fue el enriquecimiento del coaching afectivo en e-learning también resultó un factor estimulante en el desarrollo de esta investigación la posibilidad de difundir el *storytelling* digital personalizado como práctica educativa en *e-learning*. Debido a esto en este trabajo se ha prestado una particular atención a definir una arquitectura de propósito general para la integración de *storytelling* digital en una arquitectura estándar de sistema recomendador educativo.

### 1.3. Hipótesis de investigación

En la presente investigación planteamos las siguientes hipótesis:

- Las técnicas de razonamiento basado en casos constituyen mecanismos de recomendación idóneos en los sistemas recomendadores educativos afectivos sensibles al contexto (a partir de ahora SREASC).
- El teatro psicopedagógico puede “virtualizarse” y utilizarse como instrumento para el ofrecimiento de soporte afectivo personalizado de los estudiantes a distancia, redundando en su éxito académico y satisfacción personal. Esta “virtualización” puede implementarse mediante *storytelling* digital personalizado, interactivo y dinámico.
- Es posible definir una arquitectura genérica para la integración de *storytelling* digital personalizado en los sistemas recomendadores educativos afectivos sensibles al contexto garantizando la interoperatividad de sus componentes mediante ontologías compartidas de *e-learning*, entornos virtuales y sistemas sensibles al contexto.
- El uso de teatro psicopedagógico y encuestas centradas en los estudiantes constituyen técnicas de ingeniería de requisitos muy útiles para el desarrollo de SREASC.

### 1.4. Objetivos de investigación

El principal objetivo de nuestra investigación es enriquecer el paradigma de los sistemas recomendadores educativos personalizados afectivos sensibles al contexto a través de técnicas de teatro psicopedagógico. De este objetivo principal se derivan los siguientes subobjetivos:

- Llevar a cabo una investigación multi e inter disciplinar mediante el estudio y revisión del estado del arte en diferentes campos de la Inteligencia Artificial. Esta revisión comprende:
  - Realizar un estudio sobre el campo de los sistemas recomendadores y en particular sobre cuál es el estado del arte respecto a los sistemas recomendadores en educación.

- Evaluar la idoneidad de los sistemas de razonamiento basados en casos en combinación con ontologías como mecanismos de recomendación y adaptación para la personalización de historias animadas en e-learning.
- Revisar diferentes ontologías de interés basadas en modelos de estudiantes así como también ontologías para la representación de contextos, entornos virtuales y de representación de emociones y personalidad.
- Desarrollar y detallar una metodología para la elicitación y reutilización del conocimiento en *e-learning*. En particular para ello ha sido necesario:
  - Utilizar técnicas de teatro psicopedagógico y encuestas enfocadas al usuario como técnicas de ingeniería de requisitos para la detección de atributos de perfil de usuario y contextos relevantes.
  - Aplicar y combinar diferentes metodologías de desarrollo ontológico que faciliten el desarrollo estructurado de una ontología.
  - Revisar ontologías ya existentes con el objetivo de reutilizar parcialmente aquellas partes más en línea con nuestra investigación con vistas a garantizar la interoperatividad y escalabilidad futura de nuestro trabajo.
- Proponer una arquitectura de carácter general y reutilizable para la integración de *storytelling* digital personalizado, interactivo y dinámico en plataformas de *e-learning*, apoyada en sistemas de razonamiento basado en casos.
- Realizar una prueba de concepto para dar formalismo a nuestra investigación y mostrar la potencialidad de nuestro estudio. En concreto abarcamos los siguiente subobjetivos:
  - Emplear las técnicas de ingeniería de requisitos presentadas en nuestra metodología de trabajo con el objetivo de determinar los atributos de perfil de usuario y sus contextos más relevantes.
  - Desarrollar una ontología de aplicación siguiendo las metodologías revisadas y que será empleada por nuestro prototipo para representar formalmente el conocimiento del dominio.
  - Diseñar y realizar una experimentación que dé validez a nuestro estudio. Para ello planteamos la población parcial de la ontología en base a atributos de interés así como la definición de regiones de similitud y una función de semejanza para la recuperación de casos.
  - Presentar los resultados obtenidos por nuestro prototipo en vistas a justificar la idoneidad de un sistema de razonamiento basado en casos en un sistema recomendador educativo afectivo sensible al contexto.

## 1.5. Metodología

Nuestra investigación ha consistido en las siguientes fases: estudio y análisis del estado de la cuestión, aplicación de diferentes técnicas de ingeniería de requisitos para la elicitación y reutilización de conocimiento en *e-learning*, la presentación de una arquitectura de propósito general para la integración de *storytelling* digital personalizado y el desarrollo de un prototipo para la realización de una prueba de concepto que de validez a nuestro estudio. A continuación detallamos más cada una de estas fases.

Durante la primera fase hemos llevado a cabo todo el estudio del estado del arte en los diferentes campos en estrecha relación con nuestra investigación. Hemos comenzado con el estudio de los sistemas recomendadores y cuáles son las tendencias en la actualidad. En particular nos hemos centrado en los recomendadores que explotan la información de contexto del usuario así como en aquellos sistemas enfocados al ámbito educativo para la recomendación de materiales de aprendizaje y cursos, detectando de esta manera la gran carencia existente en el ámbito de los sistemas recomendadores educativos enfocados al ofrecimiento de soporte afectivo. Seguidamente hemos analizado los sistemas de razonamiento basados en casos y planteado la hipótesis de su idoneidad en nuestro contexto debido a las particularidades concretas de nuestro problema a resolver. Por último hemos revisado diferentes ontologías de soporte que faciliten los formalismos para la representación del conocimiento en las fases de diseño y análisis. En este punto hemos realizado una revisión exhaustiva y actualizada acerca de algunas ontologías de relevancia en los diferentes dominios cubiertos por nuestra investigación, esto es, tanto para la representación de modelos de estudiantes y de entornos virtuales como para la representación de contextos, emociones y personalidad.

La segunda fase de nuestra investigación consistió en la presentación de una metodología para facilitar el desarrollo de nuestra ontología. En primer lugar hemos planteado dos técnicas novedosas de ingeniería de requisitos no utilizadas hasta la fecha en el ámbito académico y que han consistido en la utilización de técnicas de teatro psicopedagógico (empleando para ello los antecedentes a nuestra investigación presentados en 1.1) así como el desarrollo de una encuesta enfocada al usuario para la captación de atributos de perfil relevantes y la identificación de nuevos contextos de estudio que de manera habitual se presentan en los estudios a distancia. En esta fase hemos presentado también diferentes metodologías que nos han ayudado durante el proceso de desarrollo ontológico que hemos llevado a cabo durante la prueba de concepto. Por último en esta fase ha sido también necesario realizar una labor de reingeniería al investigar y buscar ontologías en diferentes dominios para la reutilización de aquellas partes de interés en nuestra propuesta para garantizar la escalabilidad e interoperatividad futura de nuestro trabajo.

Durante la tercera fase hemos llevado a cabo el diseño de una arquitectura de carácter general para la integración de *storytelling* digital dinámico. Hemos comenzado por presentar nuestro modelo de componentes detallando exhaustivamente tanto el funcionamiento como los objetivos de cada uno de ellos, dando paso a la representación global de nuestra arquitectura tras la integración de cada uno de ellos. En esta fase presentamos también un diagrama de procesos que tiene por cometido detallar el flujo de trabajo de un sistema recomendador educativo afectivo sensible al contexto.

En la prueba de concepto asociada a la última fase hemos vuelto a realizar otra labor de ingeniería de requisitos. En este caso esta labor de ingeniería de requisitos ha consistido en el análisis tanto de los vídeos obtenidos a través del taller “Atrapasueños” como de la encuesta publicada. Mediante ambas tareas hemos podido detectar e identificar atributos de perfil de usuario y contextos relevantes así como obtener datos para la población de la ontología desarrollada. Después de realizar esta tarea hemos presentado el proceso detallado de desarrollo de nuestra ontología siguiendo las metodologías ontológicas presentadas durante la fase dos de nuestra investigación. Tras esto el siguiente paso ha sido poblar la ontología desarrollada con los diferentes datos obtenidos tanto a través del taller como de la encuesta. La última parte de esta fase ha consistido en el desarrollo de una experimentación a través de la implementación de un pequeño prototipo que simula el funcionamiento de un sistema recomendador educativo afectivo sensible al contexto para la recuperación de casos y con el que hemos evaluado y validado la calidad de nuestra propuesta. En esta última etapa hemos propuesto el concepto de región de similitud y una función de semejanza de gran utilidad para determinar el grado de similitud entre casos.

## 1.6. Estructura de la memoria

Esta memoria se organiza en seis capítulos acompañados de un apéndice y la bibliografía:

1. Introducción – Este capítulo presenta los antecedentes de nuestra investigación, la motivación y objetivos perseguidos con este trabajo y la metodología seguida durante el desarrollo de nuestro trabajo.
2. Estado de la cuestión – En este capítulo se revisan los campos más estrechamente relacionados con nuestra investigación. En concreto realizamos un estudio detallado acerca de los sistemas recomendadores basados en contextos y los sistemas recomendadores en educación, los sistemas de razonamiento basados en casos y las ontologías como técnicas de representación del conocimiento.
3. Metodología – Este capítulo presenta los enfoques de ingeniería de requisitos que hemos utilizado en este trabajo para la adquisición de conocimiento así como metodologías en el ámbito de las ontologías para el desarrollo de las mismas. Este capítulo también incluye una revisión detallada sobre la reutilización de conocimiento a partir de ontologías en nuestro ámbito de aplicación ya existentes.
4. Arquitectura propuesta – En este capítulo presentamos nuestra arquitectura de carácter general y reutilizable para la integración de storytelling digital personalizado, interactivo y dinámico en plataformas de e-learning.
5. Prueba de concepto – Se trata de uno de los capítulos clave de este trabajo. En él realizamos otra labor de ingeniería de requisitos para la obtención de información

relevante para el desarrollo y población de una ontología de dominio. En este capítulo se desarrolla un prototipo que tiene por objetivo dar validez a nuestra investigación a través de la realización de diferentes experimentos empleando para ello una función de similitud propuesta.

6. Discusión de resultados y conclusiones.

# Capítulo 2

## 2. Estado de la cuestión

Debido al carácter multidisciplinar de nuestra investigación ha sido necesario estudiar y analizar diferentes campos de la Inteligencia Artificial. En especial hemos centrado nuestra atención en los sistemas recomendadores, los sistemas de razonamiento basados en casos así como en las técnicas ontológicas como mecanismos de representación formal del conocimiento en nuestro dominio de interés.

El principal propósito de este capítulo es realizar una revisión actualizada y exhaustiva de los campos anteriores y que resultan claves para nuestra investigación en el ámbito de los SREASC. De esta manera comenzamos presentando los sistemas recomendadores clásicos en aras de conocer su funcionamiento, su importancia y su utilidad en la actualidad. Dentro de este apartado distinguimos entre los sistemas recomendadores sensibles al contexto y los sistemas recomendadores educativos que son una particularización de los primeros y que se centran en exclusiva en el ámbito académico a través de la recomendación de materiales o cursos académicos de interés de acuerdo al perfil del estudiante. Continuamos presentando los sistemas de razonamiento basados en casos (de aquí en adelante RBC) como mecanismos de recomendación y establecemos la hipótesis de su idoneidad junto con el empleo de ontologías debido a las características particulares de nuestro problema y cuya validez evaluaremos a través de nuestra prueba de concepto en el capítulo 5. También presentamos aquí diferentes ontologías de especial importancia en los ámbitos que abarcamos y que resultan interesantes para el desarrollo de una ontología propia en el dominio de los SREASC. Este interés aumenta ya que otro de nuestros propósitos es garantizar la interoperatividad con sistemas recomendadores educativos y con aplicaciones de animación de mundos virtuales.

Finalmente, si bien no es el objetivo de este trabajo profundizar en demasía en el concepto de *storytelling* digital debido a su relevancia en nuestro contexto hemos considerado fundamental incluir un pequeño apéndice en esta memoria revisando el estado del arte de la narrativa inteligente por computador, la importancia de la improvisación en la generación de historias digitales así como la presentación de algunos *storytellers* destacados en la actualidad (ver APÉNDICE 2. Narrativa inteligente por computador). En este apéndice hacemos especial hincapié en distintos sistemas RBC que han sido aplicados exitosamente en la generación de historias y narrativa personalizada mediante la explotación del concepto de experiencia previa sobre el que estos sistemas se sustentan.

### 2.1. Sistemas recomendadores

Los sistemas recomendadores (de aquí en adelante SR) son herramientas y técnicas software que surgen con el propósito de ofrecer elementos de interés a los usuarios que hacen uso de diferentes servicios. Estos sistemas sugieren ítems o artículos relacionados con diferentes procesos de toma de decisiones, por ejemplo determinar qué producto es probable que un

determinado usuario compre o el tipo de música más adecuada para un perfil de usuario en particular. Debido a sus características estos sistemas son considerados como elementos tecnológicos básicos en la mayoría de sitios de comercio electrónico en la actualidad ya que resultan muy útiles para decidir qué información ofrecer a un determinado usuario en base a sus características particulares (X. Zhang, H. Wang, 2005).

Para la generación de recomendaciones se han empleado hasta la fecha multitud de enfoques diferentes. La técnica más famosa y empleada es la denominada como *Filtrado Colaborativo* (CF) y que parte de la premisa de que aquellos usuarios que hayan mostrado intereses similares en el pasado compartirán intereses comunes en el futuro (D. Goldberg, D. Nichols, B. M. Oki, D. Terry, 1992). Por otro lado en el enfoque basado en contenido el sistema recomienda *ítems* que son similares en cuanto a características a aquellos que al usuario le gustaron en el pasado. La similitud entre estos ítems es calculada a través de las diferentes características asociadas a cada producto. Por otro lado las técnicas basadas en conocimiento emplean el conocimiento del dominio para realizar inferencias sobre las necesidades y las preferencias del usuario (S. Bouraga, I. Jureta, S. Faulkner, C. Herssens, 2014). En el contexto del *e-learning* estas técnicas agregan el conocimiento sobre el estudiante y los materiales de aprendizaje y aplican un proceso de recomendación. Estos sistemas emplean ontologías para la representación del conocimiento. El empleo de sistemas híbridos ha ganado una gran popularidad mediante la combinación de varios enfoques que permiten mejorar el rendimiento y evitar las principales desventajas particulares de cada uno de estos recomendadores (R. Burke, 2007).

La alta proliferación del big data y los dispositivos multimedia han facilitado el desarrollo de SR que tienen acceso al contexto del usuario a la hora de realizar recomendaciones. Estos SR tienen en cuenta información contextual del dominio relevante con el objetivo de adaptar y hacer más precisas las recomendaciones. Se trata de sistemas conocidos como sistemas recomendadores sensibles al contexto (a partir de ahora SRSC) y que revisamos a continuación centrándonos en analizar cómo estos sistemas representan y obtienen el contexto asociado al usuario con el propósito de personalizar las recomendaciones a través de diferentes técnicas de filtrado. Finalmente cerramos esta sección con un tipo particular de SRSC en el ámbito educativo.

### **2.1.1. Sistemas recomendadores basados en contexto**

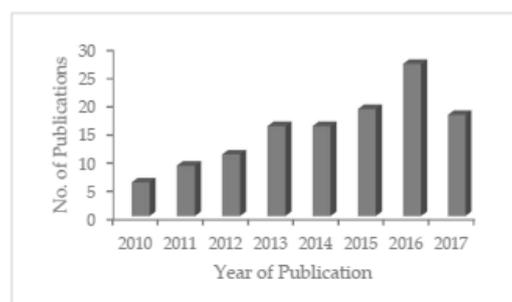
Los primeros sistemas recomendadores estaban basados en el empleo de modelos simples que ignoraban el contexto en el cual una determinada acción tenía lugar (G. Adomavicius, B. Mobasher, F. Ricci, A. Tuzhilin, 2011). Este concepto de contexto ha sido ampliamente estudiado en muchas áreas de la computación así como en otras disciplinas. En (G.D. Abowd, A. K. Dey, P. J. Brown, N. Davies, M. Smith, P. Steggles, 1999) se define el contexto como “cualquier información útil para caracterizar la situación de una entidad (un usuario o un elemento) que puede afectar a la manera en la que los usuarios interactúan con los sistemas”. Otra interesante definición acerca del contexto es aportada en (A. Loayza, R. Proaño, D. Ordóñez Camacho, 2013) donde se define a este como “el conjunto de objetos y características del entorno que al ser percibidas por elementos sensoriales, y puestas en relación con la situación particular de una

entidad, dan lugar a una identidad claramente definible y reproducible”. Algunos estudios han sostenido que la precisión obtenida en las recomendaciones realizadas por un sistema recomendador puede verse sensiblemente afectada a través de la información extraída del contexto (G. Adomavicius, A. Tuzhilin, 2005) (S. Ebrahimi, N. M. Villegas, H. A. Müller, A. Thomo, 2012).

Los SRSC tienen en cuenta diferente información contextual a la hora de realizar recomendaciones a sus usuarios. Tal información puede ser variada como por ejemplo la fecha, la localización u otra información social que puede ser obtenida a partir de distintos dispositivos multimedia como sensores o cámaras. Por ejemplo, un sistema recomendador cuyo objetivo sea proponer estilos de ropa puede basar sus recomendaciones en diferente información contextual como la época del año o la localización actual del usuario ya que en base a ello puede inferirse diferente conocimiento muy valioso para la toma de decisiones.

### ***Tendencias en la literatura***

Los sistemas CAR han sido ampliamente estudiados y aplicados en multitud de productos diferentes tales como películas, música, comercio electrónico, buscadores, etc. El objetivo de conocer y manejar datos asociados a una determinada situación ha permitido en los últimos años realizar recomendaciones más precisas debido al uso y explotación grandes volúmenes de información. Gracias en gran parte a la alta proliferación de los dispositivos móviles muchas aplicaciones pueden obtener información en tiempo real relativa al contexto de usuario mediante diferentes componentes electrónicos como sistemas GPS, sensores, etc. Esto ha influido en el gran número de investigaciones y publicaciones realizadas acerca de estos sistemas. De acuerdo con (K. Haruna, M. A. Ismail, S. Suhendroyono, D. Damiasih, A. C. Pierewan, H. Chiroma, T. Herawan, 2017) el número de publicaciones relacionadas con los SRSC se han visto incrementadas de manera notable en la última década. Esto denota que este campo no solo es muy activo en la actualidad, sino que además cada vez atrae la atención de un mayor número de investigadores. Como puede observarse en la Ilustración 1 a raíz de un estudio realizado por estos autores acerca de distintas publicaciones realizadas entre los años 2010 y 2017 el número de publicaciones se encuentra en constante aumento.



**Ilustración 1. Evolución del número de publicaciones en los últimos años acerca de CARS (K. Haruna, M. A. Ismail, S.Suhendroyono, D.Damiasih, A.C.Pierewan,H.Chiroma,T.Herawan, 2017)**

### ***Representación y extracción del contexto***

Los sistemas de recomendación tradicionales se basan en información extraída a partir de los usuarios y los elementos<sup>3</sup> de un determinado sistema. Los SRSC incorporan además diferente información relativa al contexto que puede ser relevante para la recomendación. De acuerdo a (G. Adomavicius, A. Tuzhilin, 2011) una tarea de recomendación en un SRSC puede ser vista como una función de usuarios, elementos e información de contexto:

$$f: \text{Usuarios} \times \text{Elementos} \times \text{Contexto} \rightarrow R \quad (1)$$

La extracción del contexto es una parte crucial en el proceso de desarrollo de un SRSC ya que dicho contexto es un factor determinante para la toma de decisiones. Dependiendo de la naturaleza de este contexto este puede ser extraído mediante diversos enfoques. A través de un enfoque explícito los usuarios son los encargados de proporcionar la información necesaria para describir sus intereses, típicamente mediante sistemas de votación o preguntas directas que el sistema va mostrando. Esta información también puede ser obtenida de manera dinámica mediante la construcción de perfiles que obtienen automáticamente las preferencias de los usuarios desde su entorno. El contexto también puede ser obtenido de manera implícita sin más que observar y monitorizar el comportamiento de un usuario, como por ejemplo sus transacciones de compra o qué elementos ha estado viendo en un determinado sitio web. En este punto huelga decir que los investigadores tienden a ser más reacios a emplear un enfoque explícito ya que en algunas situaciones es difícil extraer información explícita de los usuarios puesto que es posible que estos sean reacios a compartir su información o no están seguros de sus intereses en un momento determinado. Esto implica que los sistemas se vuelvan más independientes del usuario al no necesitar de la participación de este para obtener información relativa al contexto del mismo.

Por otro lado Villegas (N. M. Villegas, H. A. Müller, 2005) realiza una categorización de distintos tipos de contexto en 5 grupos distintos: individual, localización, tiempo, actividad y relacional.

- **Contexto individual:** Se trata de información observada a partir de entidades independientes (por ejemplo, los usuarios o los elementos del sistema) que pueden compartir características comunes. A su vez esta categoría se descompone en otras cuatro sub-categorías: natural, humana, artificial o grupos de entidades. El contexto natural es el relativo a entidades que ocurren de forma natural sin la intervención del usuario (por ejemplo, información del tiempo). El contexto humano, a su vez, describe el comportamiento de un usuario (puede definir, por ejemplo, su estado emocional o de ánimo que puede influir en las acciones que lleve a cabo el sistema) y sus preferencias en una determinada situación (por ejemplo, preferencias de pago en un sitio web). El contexto artificial define aquellas entidades resultado de las acciones humanas o procesos técnicos (por ejemplo, configuraciones hardware/software empleadas en plataformas de comercio electrónico). Por último, los grupos de entidades son

---

<sup>3</sup> Entendemos por elementos los artículos o ítems de interés y relevancia en un dominio concreto, por ejemplo una canción en un sistema recomendador de música.

conjuntos de sujetos independientes que comparten características comunes y que pueden estar relacionados (por ejemplo, las preferencias de los usuarios en una red social determinada).

- **Contexto de localización:** Hace referencia al lugar asociado a la actividad que una determinada entidad o sujeto lleva a cabo (por ejemplo, la ciudad donde vive). Esta categoría puede ser clasificada como virtual (en el caso de ser una dirección IP desde la cual se conecta un ordenador a la red) o física (las coordenadas de la localización de un determinado usuario).
- **Contexto temporal:** Hace referencia a información temporal tal como hora del día, hora actual, día de la semana o estación del año.
- **Contexto de actividad:** Se refiere a la tarea realizada por las entidades (por ejemplo la actividad comprar que el usuario realiza en un momento determinado).
- **Contexto relacional:** Se refiere a las relaciones que surgen a partir de unas circunstancias determinadas en las cuales la entidad está involucrada. El contexto relacional puede ser definido como social (por ejemplo, relaciones interpersonales como asociaciones o afiliaciones) o funcional (el uso que una determinada entidad hace de otra).

### ***Enfoques de filtrado***

Determinar cómo y cuándo incorporar este contexto es una tarea que de por sí sola ya presenta una alta complejidad en un SRSC (G. Adomavicius, A. Tuzhilin, 2011). Cuando se dispone de la suficiente información contextual el siguiente paso es decidir qué enfoque de filtrado aplicar para explotar de alguna manera esta información que ayudará al sistema recomendador a afinar sus resultados. Existen tres paradigmas a la hora de integrar información contextual en los SR y se diferencian en la fase del proceso de recomendación en la cual el contexto es procesado:

- **Pre-filtrado contextual:**

La información contextual es empleada como un mecanismo de filtrado previo aplicado a los datos. Estos datos se corresponden con toda aquella información importante, ya sea la información específica del usuario (su perfil o sus preferencias) o los diferentes objetos o ítems relevantes del dominio que el sistema tiene por objetivo recomendar.

- **Post-filtrado contextual:**

En este caso el filtrado se realiza una vez que el SR se aplica sobre el conjunto total de datos iniciales por lo que el contexto se ignora inicialmente. Una vez obtenido el conjunto de recomendaciones estas se filtran de acuerdo a diferente información contextual relevante para el usuario.

• **Modelo contextual**

En este caso el contexto y el modelo de recomendación se combinan e integran formando una única pieza.

A través de la Ilustración 2 resumimos los tres enfoques mostrando cómo el contexto es incorporado en el proceso de recomendación. En la imagen se puede observar como el contexto, según el enfoque empleado, se incorpora en distintas etapas del proceso de recomendación. Los enfoques de pre-filtrado y post-filtrado presentan la ventaja de que pueden ser aplicados sin necesidad de modificar los sistemas recomendadores ya existentes. De acuerdo con (K. Haruna, M. A. Ismail, S. Suhendroyono, D. Damiasih, A. C. Pierewan, H. Chiroma, T. Herawan, 2017) el enfoque basado en pre-filtrado es el más adoptado en la actualidad.

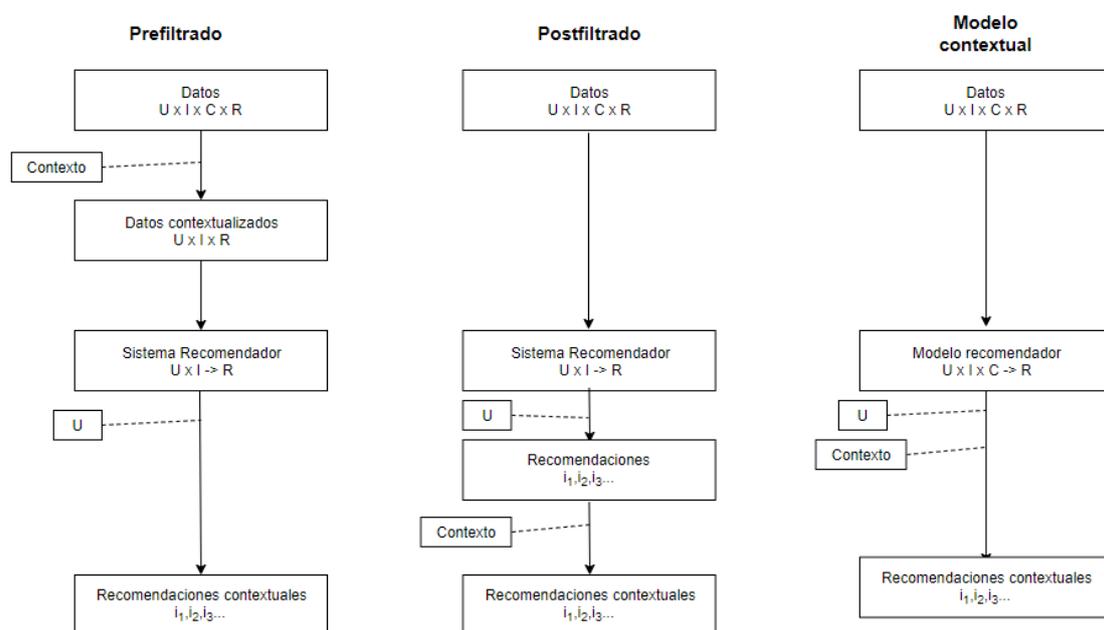


Ilustración 2. Diferentes enfoques de filtrado.

**Técnicas de modelado**

El diseño de una estructura de datos para almacenar todos los contextos asociados con un usuario para mejorar la interacción entre los humanos y las máquinas mediante la predicción de sus intereses supone uno de los retos del desarrollo de un SRSC. Según el estudio realizado en (T. Strang, C. Linnhoff-Popien, 2004) algunas de las técnicas disponibles pueden ser el empleo de modelos de lenguaje de marcado (*Markup scheme*), modelos gráficos (típicamente mediante diagramas UML), modelos orientados a objetos, modelos lógicos (mediante procesos de razonamiento e inferencia), o modelos que hacen uso de ontologías. En (K. Haruna, M. A. Ismail, S. Suhendroyono, D. Damiasih, A. C. Pierewan, H. Chiroma, T. Herawan, 2017) tomando como referencia las tendencias en el campo en los últimos años los autores apuntan a que tanto el modelo basado en espacios vectoriales como basado en ontologías suelen ser los más

empleados en la actualidad. La técnica de espacios vectoriales permite representar vectores  $m$ -dimensionales sobre cada usuario, donde  $m$  representa el distinto número de términos o características que existen en el perfil del usuario. En este enfoque normalmente se emplean algoritmos probabilísticos para deducir la similitud de los diferentes artículos o ítems con respecto a un usuario particular para un contexto dado. La principal ventaja de este enfoque es la capacidad del sistema de emplear múltiples vectores para representar diferentes intereses de usuario así como los cambios que en este puedan producirse con el transcurso del tiempo.

En cuanto a los enfoques basados en ontologías estos representan los conceptos de cada perfil de usuario en clases jerárquicas donde cada jerarquía denota un área de conocimiento en los intereses del usuario. Las ontologías permiten definir de manera correcta relaciones entre los diferentes conceptos contextuales y que son empleadas posteriormente para trazar las preferencias e intereses más adecuados de un usuario con el objetivo de personalizar las recomendaciones. Una de las primeras propuestas en emplear ontologías para la representación del contexto fue realizada en (P. Öztürk, A. Aamodt, 1997). A raíz de este trabajo los autores observaron la necesidad de normalizar y combinar todo el conocimiento obtenido desde diferentes dominios. De esta forma sugieren utilizar modelos basados en ontologías debido a sus fortalezas en el campo de la normalización y la formalización.

### 2.1.2. Sistemas recomendadores educativos afectivos

El estudiante a distancia se caracteriza por realizar sus estudios bajo unos contextos que presentan múltiples dimensiones: los problemas personales, las relaciones interpersonales, la dimensión espacio-tiempo, las restricciones tecnológicas asociadas a unos estudios de esas características, etc. Los SREASC tratan de personalizar la enseñanza (la interfaz, los contenidos propuestos o la asistencia ofrecida) teniendo en cuenta tanto la información del perfil del estudiante como la información contextual dinámica del escenario de aprendizaje que incluye la dimensión afectiva. Los datos relativos al contexto de estudio son capturados mediante diversos dispositivos tales como cámaras o sensores y posibilitan el establecimiento de hipótesis sobre el estado anímico de los estudiantes.

En el ámbito académico los sistemas recomendadores resultan muy interesantes ya que permiten solucionar el problema asociado a la excesiva cantidad de información que existe en el mismo (O. C. Santos, J. G. Boticario, 2011). El objetivo de estos sistemas es facilitar al alumno la búsqueda de los recursos y las actividades más adecuadas en aras de alcanzar un determinado objetivo de aprendizaje y desarrollar sus competencias en un periodo corto de tiempo (H. Drachsler, H. Hummel, R. Koper, 2009). Hasta la fecha se ha propuesto un gran número de sistemas recomendadores en el ámbito *e-learning* donde los usuarios objetivo son los estudiantes, los profesores o los tutores y los ítems recomendables son los materiales educativos, las universidades u otra información tal como cursos, temas y campos de estudio.

Como ya adelantamos en la sección 1.2 hasta la fecha se han propuesto algunos trabajos enfocados a la detección de las emociones y la personalidad de los estudiantes con el objetivo de personalizar el contenido ofrecido por los sistemas recomendadores educativos. En (Santos,

2016) los autores llevan a cabo una revisión de la literatura en el campo del *e-learning* afectivo e ilustran cómo las emociones y la personalidad han sido aplicadas en el desarrollo de diversos sistemas e-learning. En particular analizan cómo las emociones son detectadas durante el proceso de aprendizaje del alumno a través de diferentes métodos de clasificación supervisada a partir de una amplia variedad de fuentes emocionales que son anotadas manualmente por estudiantes e investigadores. En cuanto a la personalidad en la gran mayoría de los trabajos propuestos se emplean cuestionarios como el modelo de los cinco grandes<sup>4</sup> y que hemos utilizado en nuestra encuesta para captar los diferentes rasgos de personalidades de los encuestados. En el citado trabajo de Santos y colegas se pone también de manifiesto alguno de los retos y dificultades que existen en la actualidad en la provisión de apoyo afectivo en escenarios educativos. Por un lado, y desde la perspectiva del estudiante, se debe profundizar aún más en los diferentes estilos de aprendizaje (que pueden ser considerados un tipo de rasgo de personalidad en el dominio educativo) y si estos influyen de alguna manera en el estado afectivo del estudiante. Desde la perspectiva tecnológica se plantean también importantes retos como por ejemplo la dificultad de obtener datos de una manera que no resulte intrusiva para el estudiante y proveer un mayor *feedback* afectivo a través de diferentes infraestructuras interoperables para ofrecer mejores experiencias de aprendizaje.

En términos generales hasta la fecha apenas existen trabajos relevantes enfocados exclusivamente al ofrecimiento de soporte afectivo personalizado hacia los estudiantes mediante la utilización de contenido multimedia, tales como textos o vídeos, y que permitan ofrecer algún tipo de ayuda y apoyo psicopedagógico en tiempo real en el ámbito de la educación a distancia. Un trabajo destacable en esta línea es la metodología de ingeniería de requisitos TORMES (*Tutor Oriented Recommendations Modelling for Educational Systems*) (O. C. Santos, J. G. Boticario, 2015) la cual se desarrolla con el objetivo de solventar algunas de las carencias aquí vistas ya que se trata de una metodología para el desarrollo de sistemas recomendadores educativos afectivos sensibles al contexto centrada en elicitación de recomendaciones desde la perspectiva de los profesores. A diferencia de TORMES, nosotros planteamos como objetivo convertir al estudiante en el actor principal de un SREASC mediante la utilización de diferentes técnicas de elicitación de conocimiento como talleres de teatro psicopedagógico y encuestas.

## 2.2. Razonamiento Basado en Casos

Un sistema de razonamiento basado en casos es un modelo de razonamiento que permite resolver problemas, entender situaciones y aprender empleando mecanismos de memoria. Los sistemas RBC se inspiran en el comportamiento del ser humano para la resolución de problemas y situaciones concretas utilizando el concepto de experiencia previa. Se trata de sistemas que presentan la particularidad de que son capaces de proponer soluciones ante determinados problemas sin más que recordar cómo una situación similar a la actual fue resuelta en el pasado.

---

<sup>4</sup> El modelo de los cinco grandes es un modelo descriptivo de la personalidad empleado para evaluar los cinco rasgos principales de un individuo [https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_de\\_los\\_cinco\\_grandes](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_los_cinco_grandes)

Como ya hemos comentado en el apartado 2.1 de esta memoria existen distintos métodos para la realización de recomendaciones. En nuestro contexto de estudio los sistemas RBC se presentan como una alternativa interesante para la realización de recomendaciones al usuario al aprovechar experiencias previas cuando no existe un modelo claro de cómo solucionar el problema actual. Por ello, los sistemas RBC son técnicas indicadas cuando no existe un conocimiento de procedimiento de solución, ni heurísticas, ni reglas aplicables con carácter general, esto es, solo se conocen soluciones específicas aplicadas con éxito en el pasado en determinados casos.

Si bien escapa a los objetivos de esta investigación presentar en detalle las distintas fases y tecnologías de los sistemas RBC, en la Ilustración 3 puede contemplarse su ciclo de vida estándar. En la imagen se pueden identificar las 4 fases clave del RBC: la recuperación, la reutilización, la revisión y el almacenamiento del nuevo caso que pasa a formar parte de la librería de casos. En nuestro trabajo resultan especialmente importantes los pasos de recuperación y adaptación de casos. Durante la fase de recuperación el objetivo es rescatar de la librería de casos aquellos que son considerados más similares al problema a resolver. Para tal fin se aplican funciones de similitud que permiten la comparación de los casos con el objetivo de establecer la similitud entre pares y obtener aquellos que presentan un mayor grado de semejanza. Por otro lado, la fase de adaptación busca reutilizar los casos recuperados realizando las adaptaciones pertinentes para adaptar los mismos al problema actual. En nuestro ámbito esto se traduce a la personalización de los casos recuperados de acuerdo a la información de entrada (datos de perfil usuario y la diferente información de contexto).

En cuanto a la gestión y representación del conocimiento en estos sistemas este forma un papel clave ya que define aspectos críticos como la definición de los propios casos, el almacenamiento de los mismos, las medidas de transformación necesarias para adaptar las soluciones así como las medidas de similitud que serán empleadas durante la fase de recuperación. En la sección 2.2.2 de esta memoria veremos cómo la integración de ontologías en los sistemas RBC resulta un enfoque muy interesante al presentar numerosas ventajas: desde el mecanismo de representación del conocimiento del dominio hasta las medidas de similitud para la recuperación de casos. Esta similitud semántica se tratará en mayor detalle en la sección 2.2.3 de este mismo documento.

En esta sección comenzamos con la revisión de los RBC en los sistemas recomendadores como métodos base de recomendación. Continuamos con la revisión de los RBC que se apoyan en el uso de ontologías como mecanismos para la representación y modelado de todo el conocimiento del dominio. Finalmente incluimos un apartado relativo a la similitud semántica y que será una de las principales aportaciones de este trabajo como método para la recuperación de casos dentro del ciclo de vida de un sistema RBC.

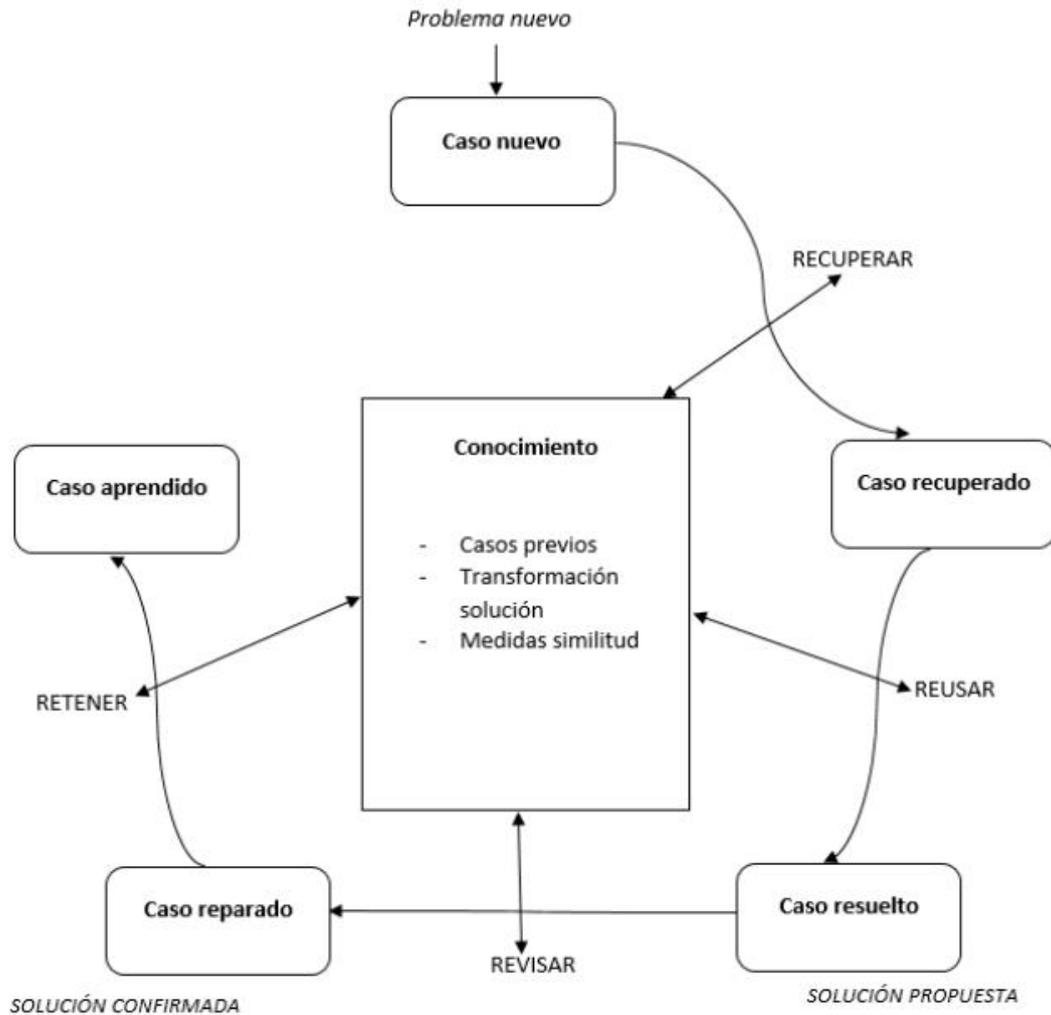


Ilustración 3. Ciclo de vida de un sistema RBC.

### 2.2.1. RBC en sistemas recomendadores

Existen diversas razones por las que los RBC son métodos que resultan muy interesantes en la resolución de determinados tipos de problemas. Estos sistemas poseen la capacidad de almacenar y gestionar el conocimiento acerca de un dominio concreto incrementando la eficiencia en la resolución de problemas. La reutilización de experiencias previas facilita la resolución de problemas similares sin necesidad de repetir de nuevo el proceso de razonamiento. Además es importante destacar el hecho de que la calidad de las soluciones obtenidas por un sistema RBC suele ser muy apta al basar su proceso de razonamiento en experiencias previas similares que fueron resueltas con éxito.

El elemento central de un sistema RBC es el caso que de acuerdo a (A. Aamodt, E. Plaza, 1994) se define como una situación previamente experimentada, capturada y aprendida de tal forma que puede ser reutilizada en la resolución de problemas futuros. Los RBC han sido objeto

de estudio como parte integradora de los SR en la última década y de manera reciente han comenzado a surgir algunas investigaciones que se basan en la aplicación de sistemas RBC en aplicaciones reales. Por ejemplo, en (T. A. Alemu, A. K. Tegegne, A. Nega Tarekegn, 2017) los autores proponen un sistema recomendador basado en casos para la recomendación de sitios turísticos de interés en Etiopía con el objetivo de mejorar el sector turístico en el país. Otro sistema recomendador en el ámbito de la sanidad que adopta un enfoque basado en casos es el propuesto en (G. M. Cerón-Ríos, D. M. López-Gutiérrez, B. Díaz-Agudo, J. A. Recio-García, 2017) donde el objetivo es realizar recomendaciones de vídeos que fomenten hábitos saludables a los usuarios en función del perfil del mismo.

En cuanto al ámbito académico los RBC también han sido ampliamente utilizados como mecanismos de recomendación. Sandvig y Burke presentaron el sistema *AACORN (Academic Advisor Course Recommendation Engine)* que emplea conocimiento ya adquirido a partir de casos previos para resolver nuevos problemas. Este sistema emplea el histórico de cursos y experiencias de antiguos estudiantes como los casos base para ayudar a los nuevos estudiantes para la elección de cursos que mejor se ajusten a sus preferencias y necesidades (J. Sandvig, R. Burke, 2005). Un enfoque similar basado en RBC es el propuesto en (L. Mostafa, G. Oatley, N. Khalifa, W. Rabie, 2014). Este sistema recomienda carreras universitarias o especializaciones basándose en la comparación entre la información del estudiante y el histórico de casos almacenados. Por último en (F. Bousbahi, H. Chorfi, 2015) se propone otro sistema recomendador basado en casos que emplea una técnica especial de recuperación de la información para recomendar los cursos más adecuados de acuerdo al perfil del estudiante, sus necesidades y su formación académica.

### 2.2.2. RBC basado en ontologías

Debido a que los RBC son sistemas que se basan en diferente tipo de conocimiento (vocabulario, definición de los casos base, medidas de similitud y transformación, etc) las ontologías juegan un papel clave en estos sistemas ya que facilitan la adquisición, gestión y compartición del conocimiento durante las diferentes etapas de razonamiento (A. Maalel, L. Mejri, H. Mabrouk, H. B. Ghezela, 2012). Por esta razón las ontologías son útiles en el diseño de sistemas RBC de razonamiento intensivo ya que permiten al ingeniero de conocimiento utilizar conocimiento ya adquirido, conceptualizado e implementado en un lenguaje formal.

El conocimiento de un sistema RBC se distribuye en cuatro contenedores de conocimiento principales: el vocabulario, las medidas de similitud, los métodos de adaptación y el caso base. Las ontologías son capaces de representar todo el conocimiento ya que facilitan entre otras cosas (J. Recio-García, B. Díaz-Agudo, 2007):

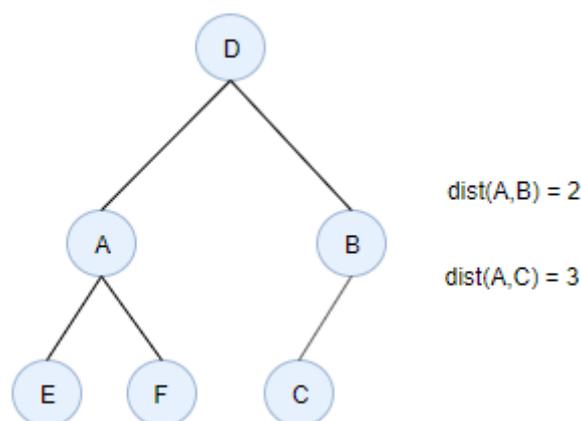
- La persistencia de casos empleando individuos o conceptos que están embebidos en la propia ontología. En otras palabras, permiten definir cómo los casos serán almacenados dentro del sistema.
- Un vocabulario para definir la estructura de los casos.

- La descripción de la terminología para definir el vocabulario de consulta. El usuario puede así expresar mejor sus requisitos al existir un vocabulario para definir la consulta. Este vocabulario estará definido por el conjunto de términos y de conceptos ontológicos que el usuario puede utilizar para definir una búsqueda o realizar una consulta.
- La recuperación y similitud entre casos, la adaptación y el aprendizaje.

De acuerdo a Bergmann (R. Bergmann, M. Schaaf, 2003) las ontologías y los sistemas RBC se complementan realmente bien entre sí. Tal es así que han surgido *frameworks* que facilitan el desarrollo de sistemas RBC junto con ontologías de una manera más rápida e intuitiva. Este es el propósito del *framework COLIBRI* al cual le dedicamos una sección en el apéndice 2 de esta memoria. Algunos trabajos en la literatura han empleado este *framework* para su aplicación en el dominio médico. Por ejemplo en (E. L. Abdrabou, A. Salem, 2010) los autores emplean este enfoque para la clasificación del cáncer de mama. Otro trabajo destacable es el sistema de alertas propuesto en (K. Amailef, J. Lu, 2013) que mediante sistemas RBC en combinación con ontologías busca mejorar la toma de decisiones por parte de los servicios de emergencia en situaciones de riesgo tales como actos terroristas o desastres medioambientales.

### 2.2.3. Similitud semántica

El empleo de ontologías proporciona diferentes beneficios en el diseño de un sistema experto. Por ejemplo las ontologías desempeñan un papel importante en procesos de recuperación de información debido a la visión jerárquica del dominio que proporcionan. Esta jerarquía ontológica contiene conocimiento jerárquico sobre los conceptos de la misma y permite calcular el grado de relación entre conceptos de la ontología de una manera efectiva y práctica. Este concepto es conocido como similitud semántica ontológica y permite establecer el grado de semejanza entre pares de conceptos pertenecientes a una taxonomía. Por ejemplo, se dice que un concepto *A* es más similar a un concepto *B* respecto a un concepto *C* si el camino que une *A* con *B* es más corto que el que une *C* con *B*. Empleando la disposición jerárquica de la ontología se pueden calcular estas similitudes a través del concepto de camino entre pares. La Ilustración 4 resume esta idea. Como veremos si bien las diferentes medidas propuestas para el cálculo de similitud entre pares utilizando la jerarquía ontológica resultan algo más sofisticadas todas ellas se fundamentan en el concepto de camino o distancia.



**Ilustración 4. Cálculo de distancia entre conceptos utilizando el concepto de camino.**

Como ya adelantamos, en el ámbito académico los sistemas recomendadores se han enfocado casi exclusivamente en la recomendación de objetos de aprendizaje de interés para los usuarios de sistemas de aprendizaje online. Estos objetos de aprendizaje pueden ser cualquier pieza digital y reusable de contenido para alcanzar un determinado objetivo de aprendizaje (desde cursos online hasta estudios universitarios o materiales educativos). Entre los formatos más comunes se encuentran los documentos de texto, los archivos de audio, los vídeos, las imágenes o los sitios web (S. Fraihat, Q. Shambour, 2014). Con la alta proliferación de los cursos online (comúnmente denominados *MOOCs* o *Massive Open Online Courses*) la escasez de personalización en las recomendaciones de estos sistemas conduce a los estudiantes a escoger cursos irrelevantes para sus intereses incidiendo esto en un abandono de los mismos (K. Rabahallah, L. Mahdaoui, F. Azouaou, 2018). Por esta razón en los últimos años han aumentado de manera ostensible el número de publicaciones enfocadas a mejorar los sistemas recomendadores en entornos *e-learning* empleando procesos híbridos de filtros colaborativos, métodos basados en contenido y ontologías. En particular muchos de estos trabajos se centran en cómo explotar las características y la información de cada uno de los usuarios de estos sistemas para satisfacer las necesidades académicas de los mismos (ya sea en forma de cursos recomendados, objetos de aprendizaje más aptos e incluso universidades o centros más adecuados para completar su formación).

En (M.E. Ibrahim, Y. Yang, D.L. Ndzi, G. Yang, M. Al-Maliki, 2019) se propone un sistema recomendador soportado por similitud ontológica. El algoritmo propuesto es empleado para recomendar cursos universitarios a potenciales estudiantes basándose en los intereses de los mismos y en las elecciones de estudiantes de perfil similar. En este trabajo se proponen tres ontologías diferentes; una ontología para la representación de los cursos, otra para la representación de los estudiantes y otra de los trabajos más adecuados de acuerdo a las competencias de cada perfil. Estas ontologías son empleadas por el motor de recomendación para calcular la similitud entre los cursos y las preferencias de los usuarios. Para el cálculo de la similitud total entre el usuario objetivo y los diferentes usuarios en la base de datos los autores emplean el concepto de similitud jerárquica.

$$US(U_a, U_n) = \textit{similitud ontológica} + \textit{similitud de recomendación histórica}$$

donde la similitud ontológica representa la similitud entre los atributos de los cursos y las preferencias de los usuarios (calculado en función del tipo de atributo) y la similitud de recomendación histórica incluye todos los cursos que han sido valorados por el usuario y que resultan de utilidad para los filtros colaborativos para obtener otros usuarios que han valorado de manera similar dichos cursos. A partir de estos filtros se puede establecer que si dos usuarios han realizado cursos muy parecidos entonces sus perfiles de estudiantes comparten bastantes semejanzas por lo que el sistema puede emplear esta información para realizar nuevas recomendaciones.

Otro trabajo destacable es el presentado en (J. Tarus, Z. Niu, B. Khadidja, 2018) donde se propone una técnica de recomendación que combina filtros colaborativos con ontologías para la realización de recomendaciones personalizadas de material de aprendizaje a estudiantes online. En este trabajo se desarrolla una ontología para incorporar las características de cada alumno en el proceso de recomendación. El objetivo es obtener objetos de aprendizaje similares a aquellos que han sido valorados positivamente por el usuario. Para el cómputo de la similitud los autores emplean la “similitud ajustada del coseno” que se basa en las valoraciones dadas por cada estudiante a cada objeto de aprendizaje. En (K. Rabahallah, L. Mahdaoui, F. Azouaou, 2018) la similitud entre los diferentes cursos es calculada empleando un enfoque similar al presentado en el trabajo anterior mientras que para el cómputo de la similitud entre cada par de estudiantes se emplea el coeficiente de correlación de Pearson que hace uso de las valoraciones dadas a cada curso por cada estudiante. En estos trabajos el enfoque radica en calcular la semejanza entre perfiles de estudiante en base a las valoraciones realizadas en diferentes cursos pero sin tener en cuenta atributos concretos del perfil de estudiante para realizar el cálculo de la similitud.

Uno de los aspectos que más destacamos en la revisión de la literatura acerca de sistemas recomendadores e-learning es que hasta la fecha gran parte de los trabajos presentados en este ámbito se centra en exclusiva en enfoques de filtros colaborativos apoyados por ontologías, pero que no tienen en cuenta información concreta del perfil del usuario. Para los intereses de nuestro trabajo el objetivo es proponer medidas de similitud que tengan en cuenta tanto el perfil de estudiante como los distintos contextos de este, por lo que como veremos en el capítulo de experimentación de esta memoria tendremos que adoptar un enfoque diferente al empleado hasta el momento. A continuación revisamos algunas de las medidas de similitud basadas en conocimiento más empleadas y que resultan muy útiles para el desarrollo de nuestro trabajo ya que nuestra función de similitud propuesta se basará en gran parte en la utilización del camino más corto para calcular la distancia entre conceptos de la ontología.

### ***Medidas de similitud basadas en conocimiento***

Estas medidas de similitud se caracterizan por explotar el modelo geométrico proporcionado por la jerarquía de conceptos de la ontología (M. Batet, D. Sánchez, A. Valls, 2010). El conocimiento del dominio se representa a través de un lenguaje entendible por un

computador y que tiene el objetivo de formalizar los conceptos del dominio empleando una terminología común para representar las relaciones taxonómicas y no taxonómicas a través de enlaces semánticos. Una ontología de dominio puede ser observada como un grafo de conocimiento por lo que se puede establecer la distancia entre pares de conceptos de la misma mediante el empleo de métricas tan sencillas como el camino más corto. De esta manera en una taxonomía la manera más simple de estimar la distancia entre dos conceptos  $c_1$  y  $c_2$  es mediante el cálculo de la longitud de camino más corto (*PL, path length*) que conecta ambos conceptos:

$$dis_{PL}(c_1, c_2) = \text{número mínimo de arcos conectando } c_1 \text{ y } c_2 \quad (2)$$

A partir del concepto del camino mínimo surge una serie de variaciones tal como la medida propuesta por Wu y Palmer (Z. Wu, M. Palmer, 1998). Considerando que la similitud entre un par de conceptos en un nivel superior de la taxonomía es más pequeña que la similitud entre un par de conceptos en un nivel más bajo los autores proponen una medida que tiene además en cuenta la profundidad de los conceptos en la jerarquía:

$$sim_{W\&P}(c_1, c_2) = \frac{2 \times N_3}{N_1 + N_2 + 2 \times N_3} \quad (3)$$

donde  $N_1$  y  $N_2$  son el número de relaciones *es-un (ISA)* desde los conceptos  $c_1$  y  $c_2$  a su ancestro taxonómico más común (*LCS, least common subsumer*) respectivamente y  $N_3$  representa el número de relaciones *es-un* desde el concepto *LCS* a la raíz de la ontología.

Leacock y Chodorow (C. Leacock, M. Chodorow, 1998) proponen otra medida alternativa que considera el camino más corto entre dos conceptos y la profundidad máxima de la taxonomía de la siguiente manera:

$$sim_{L\&C}(c_1, c_2) = -\log\left(\frac{N_p}{2D}\right) \quad (4)$$

Por último destacar la medida propuesta por Li y colegas (Y. Li, ZA. Bandar, D. McLean, 2003) la cual combina los conceptos de camino más corto y profundidad de la ontología evaluándolos de forma no lineal

$$sim_{Li}(c_1, c_2) = e^{-\alpha path(c_1, c_2)} \times \frac{e^{\beta h} - e^{-\beta h}}{e^{\beta h} + e^{-\beta h}} \quad (5)$$

donde  $path(c_1, c_2)$  representa el camino más corto entre dos conceptos,  $h$  es la profundidad mínima del concepto *LCS* en la jerarquía y  $\alpha \geq 0$  y  $\beta > 0$  son parámetros que ajustan el impacto del camino más corto y la profundidad respectivamente. Todas estas métricas producen un valor en el rango  $[0,1]$  que cuantifica el grado de similitud entre los conceptos medidos. Así, un valor de 1 representa la máxima similitud entre los pares de conceptos  $c_1$  y  $c_2$  mientras que por el contrario un valor de 0 representa una similitud nula entre los mismos.

Las medidas presentadas son capaces de proporcionar resultados bastante precisos cuando se emplea una ontología taxonómicamente homogénea con un bajo coste computacional y una alta facilidad de implementación y aplicación. Otra ventaja destacable es que solo emplean la ontología como conocimiento de contexto. De esta manera una vez definida la taxonomía de conceptos asociada a una determinada ontología de dominio resulta sencillo establecer el grado de similitud mediante alguna de las métricas vistas sin más que calcular distancias entre pares y la profundidad de los conceptos en la jerarquía. Sin embargo, las métricas presentadas no están exentas de diferentes problemas. Por ejemplo resultan muy dependientes del grado de completitud, homogeneidad y cobertura de las relaciones semánticas en la ontología. Por otro lado y debido a que la mayoría de estas métricas se basan simplemente en el camino mínimo entre conceptos en muchas ocasiones omiten una gran cantidad de información y conocimiento taxonómico relevante disponible en la ontología. Finalmente cabe mencionar que estas medidas se basan en exceso en la idea de que todas las relaciones de la taxonomía representan una distancia uniforme y esto no siempre se cumple.

### ***Regiones de similitud semántica***

En dominios donde la recuperación de casos o de información es un factor clave las regiones de similitud juegan un papel fundamental ya que permiten acelerar el proceso de recuperación de casos evitando realizar comparaciones entre conceptos que a priori no se encuentran relacionados. En (A. A. Assali, D. Lenne, B. Debray, 2009) se considera que las medidas de similitud no son siempre aplicables a cada par de conceptos o instancias de una ontología y definen el concepto de región de similitud de la siguiente manera:

*“Una región de similitud es una sub-jerarquía de la ontología donde los conceptos y las instancias son comparables entre sí”.*

La definición de las regiones forma parte de un proceso manual por lo que depende de la aplicación objetivo y del juicio del experto en el dominio que en última instancia es quien determina qué conceptos quedan agregados en una misma región. Mediante el establecimiento de estas regiones se agiliza el proceso de comparación de conceptos por lo que el proceso de recuperación de casos en sistemas de razonamiento se ve favorecido. A modo de ejemplo obsérvese el fragmento de la ontología representada en la Ilustración 5 extraída del trabajo llevado a cabo en la referencia anterior. En dicho ejemplo pueden observarse hasta tres regiones de similitud diferentes.

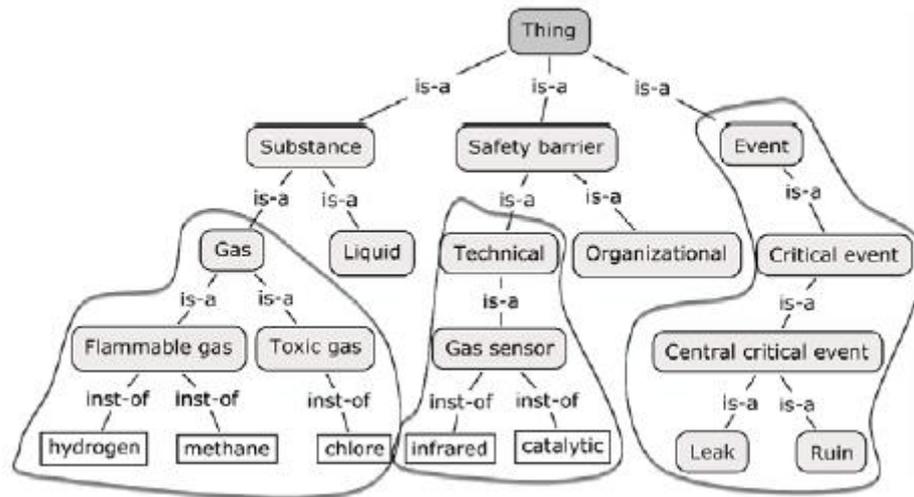


Ilustración 5. Regiones de similitud definidas para una ontología. (A. A. Assali, D. Lenne, B. Debray, 2009)

De esta manera previo paso a comparar un atributo de la consulta con un atributo de caso de la ontología se verifica si ambos atributos o conceptos pertenecen a la misma región de la taxonomía. Así la comparación de un tipo de gas no puede realizarse con un líquido ya que ambos términos pertenecen a regiones claramente separadas. Como veremos en el capítulo de experimentación adoptaremos este enfoque en nuestra prueba de concepto como un paso previo a la aplicación de las medidas semánticas y que nos permite reducir de manera significativa el número de casos seleccionados de la librería. La definición de diferentes regiones de similitud permite seleccionar casos que conceptualmente son más cercanos entre sí o donde, a juicio del experto, la comparación de los mismos posee un mayor sentido semántico.

### 2.3. Ontologías

A lo largo de la historia de la inteligencia artificial el conocimiento ha resultado crítico en los sistemas inteligentes. El correcto manejo y representación de este sobre un determinado dominio puede resultar incluso más importante que el diseño e implementación de buenos algoritmos en la resolución de problemas o tareas. Con el objetivo de desarrollar sistemas verdaderamente inteligentes el conocimiento requiere ser capturado, procesado, reutilizado y comunicado. Las ontologías surgen como un medio de soporte para todas estas tareas.

El concepto de ontología tiene sus raíces en la filosofía ya que el término fue acuñado por los antiguos Griegos para definir aquella rama del saber que trata acerca de las esencia de las cosas que se mantienen a través de los cambios. Muchos siglos más tarde las ontologías se adoptaron por parte de la comunidad científica en la rama de la Inteligencia Artificial como un mecanismo de representación del conocimiento en los sistemas inteligentes. Una de las definiciones más populares en la literatura acerca de este concepto en la IA es realizada por Tom Gruber (T.R. Gruber, 1993):

*“Una ontología es una especificación de una conceptualización”.*

A raíz de la definición dada por Gruber se pueden identificar sus tres principales características:

- Emplean una representación explícita, esto es, se escriben en un lenguaje formal y en un soporte digital que puede ser leído e interpretado por diferentes programas informáticos.
- Son una conceptualización compartida; representan el conocimiento que un grupo o conjunto de personas tienen respecto a un dominio concreto.
- Representan un dominio en particular. En otras palabras, representan el dominio de discurso relevante para un problema concreto.

Desde finales de siglo XX las ontologías han sido un área de interés común para distintos grupos de investigación y se han empleado en diferentes ámbitos como la ingeniería del conocimiento o el procesamiento del lenguaje natural. Con la explosión de la denominada Web Semántica en los últimos años las ontologías han resultado ser también muy útiles en dominios tales como el comercio electrónico, la recuperación de la información, la gestión del conocimiento e incluso en los servicios web. Su creciente popularidad reside en el objetivo de alcanzar una comprensión común acerca de un dominio particular permitiendo que toda la información pueda ser compartida entre distintas personas y diferentes computadores. Con el desarrollo de ontologías se logran representaciones explícitas y formales de un dominio particular de manera que todo el conocimiento puede ser comprendido y entendido por diferentes agentes, garantizando así procesos de intercambio de información satisfactorios. Además, otra de las ventajas de las ontologías es que la representación del conocimiento en una semántica formal permite la implementación de sistemas de inferencia o de razonamiento automático para la obtención de nuevo conocimiento.

En los siguientes puntos introducimos algunos de los lenguajes de marcado más empleados para el desarrollo de las mismas y presentamos también diversos editores ontológicos que, basándose en estos lenguajes, facilitan la labor de desarrollo de ontologías. Finalmente, realizamos una rápida revisión sobre algunas ontologías empleadas tanto en el dominio del aprendizaje electrónico como para la representación de contextos, entornos virtuales o captura y representación de emociones. Queremos remarcar en este punto que la existencia de una herramienta para la búsqueda de ontologías hubiese resultado de gran utilidad para conocer las diferentes ontologías existentes en nuestro dominio de interés. Sin embargo proyectos como por ejemplo Onto2Agent (J.C. Azpírez, A. Gómez-Pérez, A. Lozano-Tello, S. Pinto, 1998) o Swoogle (L. Ding, T. Fining, A. Joshi, R. Pan, R.S Cost, Y. Peng, P. Reddivari, V.C Doshi, J. Sachs, 2004) destinados a este cometido parece que no se encuentran en la actualidad activos.

### 2.3.1. Lenguajes ontológicos

Un lenguaje ontológico es un lenguaje formal estandarizado y empleado para la codificación de ontologías. Estos lenguajes ontológicos pueden ser clasificados en tres grupos de acuerdo a (V. Maniraj, R. Sivakumar, 2010):

- 1) Lenguajes lógicos (lógica de predicados, lógica basada en reglas o lógica descriptiva).
- 2) Lenguajes basados en marcos (similares a las bases de datos relacionales).
- 3) Lenguajes basados en grafos (redes semánticas).

Si bien existe un gran número de lenguajes ontológicos realizamos aquí una revisión de los más representativos o que a nuestro juicio resultan más interesantes.

#### ***RDF***

Se trata de un estándar desarrollado por la W3C para describir e intercambiar recursos en la web. La manera de identificar los recursos se realiza a través del uso de URIs las cuáles son el equivalente a las URLs en la web convencional. La tripleta es la unidad sintáctica básica de representación y está formada por un sujeto, un predicado o propiedad y un objeto.

Aunque la expresividad de este lenguaje es bastante limitada como principal ventaja presenta la facilidad de importación de bases de datos relacionales permitiendo así la incorporación de conocimiento desde distintas fuentes. La codificación de este lenguaje se realiza a través de XML por lo que es fácilmente interpretable por las máquinas y, en menor medida, por los humanos.

Una extensión de RDF que incorpora los elementos necesarios para representar jerárquicamente conceptos y relaciones sobre un dominio es RDF Schema. Esta extensión proporciona mecanismos para describir jerarquía de clases y propiedades junto con las restricciones de rango y dominio de estas. La principal desventaja de la extensión RDF Schema reside en que se trata de un lenguaje muy básico y no posee el suficiente nivel de detalle para representar algunos dominios más complejos.

En general los lenguajes RDF(S) son muy limitados y en ocasiones es necesario y deseable un mayor poder expresivo con el objetivo de poder describir recursos y datos con el suficiente nivel de detalle. Además de esto, carecen de los mecanismos necesarios mediante los cuales determinar las relaciones semánticas existentes entre los diferentes términos de la ontología.

Por último, cabe mencionar SPARQL un lenguaje estandarizado por la W3C desarrollado para la búsqueda de recursos RDF en la web semántica.

#### ***DAML+OIL***

Después de RDF surgieron algunos otros lenguajes de marcas para la descripción de recursos web como OIL (*Ontology Inference Language*) y DAML (*DARPA Agent Markup*)

*Language*). La fusión de estos dos lenguajes dio paso a DAML+OIL un lenguaje de extensión basado en RDF y XML con primitivas de modelado más ricas. Este lenguaje surge como una propuesta del gobierno de Estados Unidos con el objetivo de encontrar un lenguaje y herramienta para facilitar el concepto de Web Semántica.

DAML+OIL fue diseñado para describir la estructura de un dominio adoptando un enfoque orientado a objetos describiendo la estructura del dominio mediante clases y propiedades. De acuerdo a (I. Broekstra, M. Klein, S. Decker, D. Fensel, I. Horrocks, 2000) desde un punto de vista formal, DAML+OIL puede ser visto como el equivalente a una lógica descriptiva muy expresiva que provee mecanismos para la representación explícita de servicios, procesos y modelos de negocio (J.A Hendler, 2001)

A comienzos de siglo DAML+OIL dio paso al lenguaje OWL (*Web Ontology Language*) uno de los lenguajes estándar en la actualidad.

### **OWL**

Este lenguaje es una extensión de RDF Schema que añade un mayor vocabulario para la descripción de clases, propiedades y relaciones siendo además compatible con algunos lenguajes de ontología previos tales como SHOE o DAML+OIL. OWL incluye variables cuantificadoras de conjunción, disyunción, existencia y universalidad que pueden ser empleadas para realizar inferencias lógicas y extraer conocimiento.

OWL es una evolución de DAML+OIL y guarda similitudes notables con este lenguaje ya que no existen grandes diferencias entre las construcciones posibles y la expresividad obtenida mediante ambos es muy similar. Entre las principales características que OWL proporciona podemos destacar las siguientes:

- Alta capacidad de distribución entre diferentes sistemas.
- Compatibilidad con estándares web para accesibilidad e internacionalización.
- Buena escalabilidad en función de las necesidades de la web.
- Extensibilidad.

Entre algunas de las principales desventajas de este lenguaje se puede citar la gran complejidad de algunas construcciones así como la poca eficiencia de razonamiento en determinados escenarios. Por estas razones surgen tres sublenguajes descendientes de OWL:

- OWL Lite – admite clasificación jerárquica y la acotación de restricciones de cardinalidad. La ventaja de este sublenguaje reside en que es sencillo de entender para el usuario y fácil de implementar (G. Antoniou, F. V Harmelen, 2004). Por el contrario, presenta una expresividad bastante restringida.
- OWL DL – incorpora todas las construcciones del lenguaje OWL así como sus restricciones. La principal ventaja es que permite un razonamiento eficiente pero a cambio pierde la total compatibilidad con el lenguaje RDF.

- OWL Full – soporta máxima expresividad y la libertad sintáctica de RDF a la vez que es totalmente compatible con este tanto sintáctica como semánticamente. Si bien ofrece la mayor expresividad de estos tres lenguajes, el lenguaje deja de ser decidible y no apropiado para un razonamiento completo en algunos escenarios.

OWL es un lenguaje que se encuentra en revisión permanente por miembros y grupos de la comunidad W3C. La última revisión llevada a cabo por la comunidad data de Octubre de 2017.

### 2.3.2. Editores ontológicos

Existen una gran variedad de herramientas relacionadas con la web semántica y en especial editores semánticos que permiten la creación y manipulación de ontologías. A continuación realizamos una pequeña revisión acerca de algunos de los editores más destacados y evaluamos su nivel de complejidad, su capacidad expresiva y su escalabilidad.

Cabe señalar que el editor ontológico no es más que la herramienta que se emplea para modelar el conocimiento y que la expresividad y decidibilidad de la representación es proporcionada por el propio lenguaje ontológico seleccionado. Es decir, todo el conocimiento sobre un dominio es modelado a través de la ontología, siendo el editor simplemente una herramienta que nos ayudará al desarrollo de esta así como a la detección de posibles errores sintácticos. También es importante destacar que la elección del lenguaje ontológico puede estar restringido a la elección del editor ya que en general la mayoría de estos editores solo soportan un determinado lenguaje. Por lo tanto cuando se selecciona el lenguaje es importante tener en cuenta también el conjunto de editores que pueden ser utilizados con él.

#### ***Swoop***

Se trata de otra herramienta de código abierto para la edición y visualización de ontologías OWL. Soporta el empleo de razonadores y proporciona un entorno multi-ontológico, esto es, un entorno mediante el cual entidades y relaciones de distintas ontologías pueden ser comparadas, editadas y mezcladas. Swoop no sigue ninguna metodología para el desarrollo de ontologías y los usuarios pueden emplear información ontológica externa mediante la importación de ontologías completas.

Sin embargo, cabe destacar algunas desventajas importantes al respecto de este editor, y es que el proyecto parece abandonado al no haber recibido ninguna actualización desde el año 2007 por lo que el empleo de esta herramienta no resulta muy aconsejable.

#### ***Protegé***

Este editor, desarrollado por la Universidad de Stanford, es uno de los editores ontológicos más respaldados por la comunidad en la actualidad ya que un gran número de trabajos han hecho empleo de esta herramienta y la cual se encuentra en constante crecimiento. Protegé implementa un variado conjunto de estructuras de conocimiento y modelado que soportan la creación, visualización y manipulación de ontologías en varios formatos de representación. Entre sus muchas características se puede destacar la gran capacidad de trabajar con distintos

orígenes de datos. De hecho, aunque este editor está enfocado al empleo de RDF(S) y OWL, permite ampliar las ontologías usando otros lenguajes como por ejemplo DAML+OIL. Además, es posible importar datos externos en formato Excel o esquemas de bases de datos (Oracle, MS-SQL, DB2, MySQL) para trabajar con ellos. Esta gran versatilidad le ha convertido en los últimos años en uno de los editores de referencia en el desarrollo de ontologías.

Gran parte del éxito de Protegé proviene de su escalabilidad y su extensibilidad ya que permite construir y procesar ontologías de un tamaño considerable de manera eficiente. El editor permite al usuario visualizar la ontología modelada, mezclar ontologías, administrar versiones, desarrollar y aplicar inferencias así como otro gran abanico de posibilidades. Por ejemplo, las pestañas *OntoViz* y *Jambalaya* presentan diferentes vistas gráficas del conocimiento base, con la pestaña *Jambalaya* permitiendo una navegación interactiva mediante el zoom sobre elementos particulares para explorar estos en detalle.

### ***OntoStudio***

Se trata de un editor basado en el entorno de desarrollo Eclipse. *OntoStudio* soporta el desarrollo y mantenimiento de ontologías mediante vistas gráficas y se basa en un modelo cliente/servidor, donde las ontologías se gestionan en un servidor central y los clientes pueden acceder y modificar estas. Su modelo de conocimiento se basa en teoría de marcos y permite el establecimiento de jerarquías de conceptos para desarrollar ontologías que pueden ser exportadas en formato DAML+OIL, RDF(S), F-Logic y XOML. Además de esto, la herramienta permite la exportación de las ontologías a formato de base de datos relacional mediante JDBC.

### ***TopBraid***

Posee tres ediciones diferentes: la edición *Free Edition (FE)* la cual es una versión introductoria con solo un conjunto de características, la edición *Standard Edition (SE)* que incluye todas las características de la edición más visores gráficos y la importación de utilidades entre otras y la edición *Maestro Edition (ME)* que incluye todas las características de la versión SE junto con el apoyo de muchas otras características añadidas que potencian aún más la herramienta. La herramienta se basa en el entorno Eclipse y emplea los lenguajes RDF(S) y OWL para modelar el conocimiento. De igual forma que Protegé, facilita el empleo de razonadores y herramientas de validación. La principal desventaja de esta herramienta es que se trata de un software de pago.

### ***Apollo***

Se trata de una herramienta desarrollada en Java que permite al usuario modelar ontologías con primitivas básicas tales como clases, instancias, funciones, relaciones, etc. El modelo interno de *Apollo* es un sistema basado en el protocolo OKBC y su conocimiento base consiste en una organización jerárquica de ontologías. Estas ontologías pueden ser heredadas de otras ontologías o pueden ser empleadas como si fuesen ontologías propias.

Se trata de un editor con un óptimo validador de consistencia que además permite el almacenamiento e importación/exportación de ontologías así como procesos de inferencia mediante la incorporación de extensiones. Sin embargo entre algunas desventajas de Apollo se puede citar que no soporta vista de grafos, extracción de información y capacidades multi-usuario así como procesos de razonamiento. La última actualización recibida por el software data del año 2004.

### 2.3.3. Revisión de ontologías de interés

Hemos revisado diferentes ontologías que resultan de especial interés para nuestro trabajo y que quedan enmarcadas en cuatro dominios diferentes. Estos dominios son:

- **E-learning:** debido a que uno de los elementos principales de nuestro trabajo es el estudiante a distancia ha sido importante revisar algunas ontologías basadas en modelos de estudiantes y cuya finalidad es representar toda la información asociada a los alumnos en un entorno e-learning (perfiles, información académica, etc).
- **Contextos:** el contexto supone también un elemento crítico en nuestro trabajo. Conocer y representar la ubicación concreta o la actividad realizada por un usuario en un momento determinado es importante para garantizar recomendaciones más precisas tal y como vimos en 2.1.1. Para ello hemos revisado algunos de los trabajos más destacados en cuanto a la representación de contextos mediante ontologías.
- **Representación de entornos virtuales:** si bien escapa a los objetivos de este trabajo la representación final de las historias hemos realizado una pequeña introducción al estado del arte relativo a la representación de entornos virtuales. Estas ontologías resultan de especial interés para la representación y construcción de historias.
- **Estados afectivos y personalidad:** otro aspecto muy importante en este trabajo es conocer y considerar las emociones y la personalidad de los alumnos. Al igual que el contexto el estado afectivo y la personalidad del estudiante suponen un elemento importante de cara a realizar recomendaciones más precisas. Para ello hemos considerado importante realizar una revisión acerca de diversas ontologías y lenguajes de marcado enfocados en la representación de estados afectivos y diferentes tipos de personalidades.

A continuación profundizamos en mayor detalle en cada una de las ontologías que hemos estudiado en cada uno de los cuatro dominios introducidos.

#### ***Ontologías basadas en modelos de estudiantes***

Una de las ventajas que presenta el e-learning frente a la enseñanza presencial es la posibilidad de impartir una enseñanza personalizada de acuerdo al perfil del propio estudiante. Así mientras que en el aprendizaje convencional solo es posible proponer un estilo de

aprendizaje simultáneamente debido a que en una clase puede haber un gran elevado número de alumnos, el aprendizaje electrónico favorece la adaptación de los contenidos en función de las características e intereses de cada alumno. Esta particularidad favorece el proceso de aprendizaje en cada estudiante ya que reciben una enseñanza más personalizada de acuerdo a sus características.

En los sistemas orientados al aprendizaje personalizado el modelo de estudiante es un componente clave. En este ámbito existe mucha información relativa a esta entidad que resulta muy importante representar. Por ejemplo los datos personales, el estado motivacional, las preferencias de estudio o las capacidades de aprendizaje del estudiante resultan muy críticas ya que los sistemas de aprendizaje *e-learning* pueden orientar la enseñanza mediante la personalización de los contenidos en función de las características propias de alumno. Los estilos de aprendizaje también resultan muy interesantes ya que no todos los alumnos comparten la manera en la que enfocan sus estudios. Una de las tipologías de estilo de aprendizaje más empleadas es la propuesta por Richard M. Felder y L. Silverman (R. M. Felder, L. Silverman, 1988) los cuales separan los estilos de aprendizaje en cinco dimensiones:

- **Activo-Reflexivo (procesamiento):** Los estudiantes activos prefieren comprender la información mediante la realización de actividades. Por el contrario, los estudiantes reflexivos tienden a tomarse su tiempo para pensar antes de realizar una tarea. Mientras que los estudiantes activos prefieren el aprendizaje en grupo, los reflexivos prefieren el aprendizaje en solitario.
- **Sensible-Intuitivo (percepción):** Mientras que los estudiantes sensibles prefieren el aprendizaje desde los hechos, los estudiantes intuitivos prefieren descubrir las relaciones como mapas de conceptos.
- **Visual-Verbal (entrada):** El primer grupo suelen ser aquellos estudiantes que poseen una gran capacidad para recordar imágenes mientras que los segundos se encuentran más cómodos extrayendo información desde el propio habla o desde los textos.
- **Secuencial-Global (comprensión):** Los estudiantes secuenciales obtienen su conocimiento a través de pasos lineales, mientras que los segundos tratan de comprender las cosas desde una perspectiva más global.
- **Inductivo-Deductivo (organización):** Los estudiantes inductivos procesan la información desde la parte más específica a la general, mientras que los deductivos realizan el proceso de manera inversa.

Como ya hemos puesto de manifiesto la principal desventaja del aprendizaje convencional es que el personal docente solo aplica un estilo de aprendizaje simultáneamente lo cual afecta de manera negativa en el proceso de aprendizaje de los alumnos con características o habilidades diferentes. Mediante la implementación de aprendizajes personalizados cada alumno puede ser asignado al estilo de aprendizaje más adecuado de acuerdo a su perfil favoreciendo su desarrollo educativo.

Las ontologías se han utilizado ampliamente para realizar modelos de estudiantes por dos razones principales: (a) por el soporte que ofrecen para la representación formal de conceptos abstractos y propiedades de manera que éstos pueden ser reutilizados o extendidos si fuese necesario y (b) por su capacidad de extraer nuevo conocimiento mediante la aplicación de mecanismos de inferencia sobre la información presente en la ontología (I. Panagiotopoulos, A. Kalou, C. Pierrakeas, A. Kameas, 2012). Cabe destacar algunos trabajos interesantes en los últimos años que tratan de adaptar sistemas de aprendizaje online a las necesidades de cada estudiante. En (I. Panagiotopoulos, A. Kalou, C. Pierrakeas, A. Kameas, 2012) se propone un modelo de estudiante que hace uso de ontologías para desarrollar un sistema de tutoría inteligente a distancia que ofrece educación personalizada a cada estudiante de acuerdo a sus preferencias de aprendizaje y su perfil. El esquema ontológico propuesto en este trabajo consiste de dos taxonomías principales: la información académica del estudiante y la información personal de este. La ontología desarrollada en este trabajo posee un conjunto de reglas que facilitan a los mecanismos de inferencia la clasificación automática de los estudiantes en diferentes estereotipos de acuerdo al modelo propuesto por Felder y Silverman. En (L. Pramitasari, A. N. Hidayanto, A. A. Krisnadhi, S. Aminah, A.M. Ramadhania, 2009) se propone otro modelo de estudiante para la personalización de sistemas e-Learning. Haciendo uso también del modelo de estudio planteado por Felder y Silverman los autores desarrollan una ontología que se basa en la representación del rendimiento del estudiante y su estilo de aprendizaje. Esta ontología es desarrollada empleando el lenguaje OWL y cubre aspectos tales como el estilo de aprendizaje del alumno, su rendimiento académico y otra información relativa al mismo. El sistema propuesto es capaz de inferir nuevo conocimiento a partir de instancias y reglas previamente definidas. Finalmente otro enfoque a destacar es el propuesto por Desislava Paneva en (D. Paneva, 2006) donde se describe la representación de un modelo de estudiante siguiendo la estructura de la web semántica. En este trabajo se desarrolla una ontología empleando el lenguaje OWL donde se consideran aspectos relevantes en el dominio del aprendizaje electrónico tales como la información general del estudiante (información personal, preferencias o estilo de aprendizaje) y su comportamiento en el dominio del aprendizaje (competencias y resultados). La Ilustración 6 representa un modelo de estudiante desarrollado en este trabajo.

Algunos de los trabajos mencionados hacen uso de distintos estándares tales como PAPI (*Public and Private Information*) (Cross, 2004), IMS LIP (*Learner Information Package*) (R.C. Clark, R. E. Mayer, 2011), eduPerson (Green, 2011), o Dolog LP (Dicheva, 2008) (K. Y. Chin, 2013) para el almacenamiento de información sobre alumnos con el objetivo de facilitar su procesamiento, mantenimiento e interoperabilidad en distintos sistemas de gestión del aprendizaje. Si bien todos estos estándares comparten un conjunto de características comunes para la representación de perfiles de estudiantes el propósito de cada uno de ellos y la manera en la que se emplean en cada uno de los sistemas en los que se incluyen puede variar significativamente. Pese a esto es una práctica común desarrollar un perfil de estudiante para un sistema de aprendizaje a partir de la combinación de diferentes estándares aprovechando los beneficios de cada uno de ellos. PAPI e IMS LIP son dos de los estándares más significativos e importantes debido a su uso extendido y a los grandes beneficios que proporcionan cuando se emplean de manera conjunta. El primero de ellos se caracteriza por ser un estándar que se centra más en el almacenamiento del progreso del estudiante y su rendimiento académico

mientras que en el caso de IMS LIP su especificación plantea un formato digital estándar para representar toda la información relativa al proceso de formación del alumno tal como su historial educativo, experiencia profesional, calificaciones y certificados obtenidos, objetivos educativos y habilidades adquiridas.

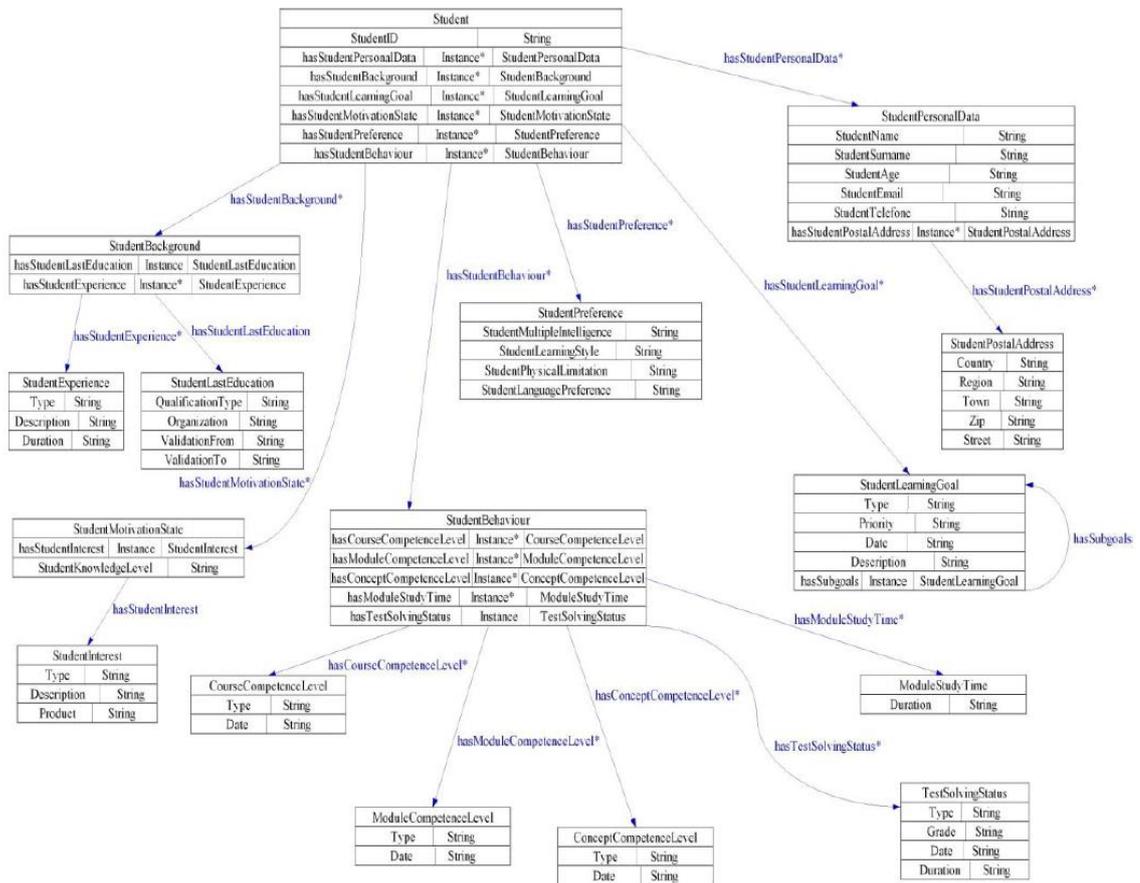


Ilustración 6. Ontología de estudiante desarrollada en (D. Paneva, 2006)

### Ontologías basadas en contextos

En la sección 2.1.1 ya introdujimos el concepto de contexto y la importancia de este en los sistemas recomendadores que son capaces de proporcionar servicios adaptados a la información capturada a partir del mismo.

Uno de los principales problemas cuando se emplea contexto es cómo representar la información contextual. Además surgen algunos problemas relacionados con este de acuerdo a (T. Strang, C. Linnhoff-Popien, 2004). En primer lugar si el conocimiento es representado de manera diferente en muchos sistemas sin seguir un estándar esto produce una pobre interoperabilidad y reusabilidad. Esto a su vez provoca que sea difícil inferir conocimiento a partir de él debido a la falta de una semántica para representar el conocimiento del contexto. Debido a estos problemas las ontologías se comenzaron a emplear como un método útil para la

realización de estas tareas ya que son capaces de facilitar la compartición y reutilización de información contextual. Además también pueden ser empleadas por algoritmos de inferencia para razonar acerca de estos contextos infiriendo nuevo conocimiento. De acuerdo a (N. F. Noy, D. L. McGuiness, 2001) y (X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu, H. K. Pung, 2004) existen un gran número de razones por las cuales desarrollar ontologías basadas en modelos de contexto:

- 1) Permiten la compartición de conocimiento común.
- 2) Facilitan la reutilización del conocimiento del dominio.
- 3) Hacen suposiciones sobre el dominio explícitas.
- 4) Permiten usar motores de inferencia existentes para razonar acerca del contexto.

Se pueden destacar varios trabajos de investigación interesantes que han empleado ontologías para modelar el contexto en distintos sistemas. COBRA-ONT (H. Chen, T. Finin, A. Joshi, 2003) es una ontología para el desarrollo de sistemas ubicuos sensibles al contexto. En este trabajo los autores hacen uso del lenguaje OWL para describir lugares (longitud, latitud), agentes (personas y software), contexto de ubicación y de actividad de los agentes así como sus propiedades asociadas en un dominio de sala de reuniones inteligente. Esta ontología es capaz de inferir distinto conocimiento del contexto determinando en qué lugar está una persona basándose en su actividad o a qué está destinada una sala en función de las personas que se encuentran en ella en un momento concreto (la información puede ser capturada mediante sensores, por ejemplo una señal bluetooth). CONON (X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu, H. K. Pung, 2004) es otra ontología de modelado y soporte de razonamiento lógico que se basa en contextos en sistemas ubicuos capaces de capturar los conceptos generales de un contexto básico y a través de la cual extender nuevas ontologías para añadir conceptos propios de un dominio específico de computación ubicua (oficina, hogar, vehículo, etc.). Esta ontología define un vocabulario que se basa en cuatro entidades contextuales: personas, entidades computacionales, actividades y localización. Finalmente, SOUPA (H. Chen, F. Perich, T. Finin, A. Joshi, 2004) es otra ontología construida en OWL y donde gran parte de su vocabulario se deriva de distintas ontologías consensuadas como FOAF, DAML-Time, OpenCyc, RCC, COBRA-ONT, MoGATU, BDI y Rei policy ontology. La estrategia seguida por los autores en este trabajo es combinar términos de distintas ontologías pero sin importarlos directamente en SOUPA en aras de no sobrecargar en demasía los motores de razonamiento del sistema. SOUPA es una ontología muy completa y comprensiva ya que fomenta la interoperabilidad entre sistemas mediante la reutilización de ontologías genéricas.

En base a algunas de las características principales tanto de SOUPA (que favorece la interoperabilidad y la reutilización de ontologías genéricas) como de CONON (define un contexto común simple) la tendencia actual es el desarrollo de modelos ontológicos con un gran nivel de abstracción que se construyen en base a un conjunto de conceptos de contexto comunes a todos los entornos garantizando así la extensibilidad mediante la inclusión de conceptos que son particulares a cada dominio.

### ***Ontologías de representación de entornos virtuales***

De acuerdo con (M. Gutierrez, 2006) un entorno virtual (EV) es una colección de entidades con un conjunto de funcionalidades y un tipo particular de información y semántica asociada. La simulación de estos entornos es una corriente que en la actualidad abarca un gran número de investigaciones no exentas de ciertos problemas y dificultades que aparecen durante el desarrollo de los mismos. El modelo semántico de representación de un EV tiene como objetivo proporcionar una abstracción de alto nivel y descripción semántica de distintos aspectos de un entorno virtual: su estructura, los comportamientos e interacciones entre las entidades que forman parte de él o el conocimiento del dominio entre otros (A.G.R Martinez, 2009). Una de las principales motivaciones en el desarrollo de un modelo semántico son las ventajas que proporciona en el diseño de EV inteligentes. Esta inteligencia de los entornos en combinación con agentes artificiales y los usuarios puede ser definida como la capacidad de estos agentes para simular comportamientos humanos a la vez que asistir a los mismos en la resolución de problemas específicos (T-H Trinh, 2012).

Existe un gran número de modelos basados en IA que han sido aplicados a mundos virtuales con el objetivo de incrementar la capacidad expresiva de los objetos y los actores que forman parte de él. En el diseño de tales agentes uno de los principales problemas que surgen está relacionado con el mecanismo de toma de decisiones el cual es responsable de las acciones que las entidades del mundo virtual pueden llevar a cabo. Algunos trabajos donde se emplean sistemas de juegos narrativos (J. Harris, M. Young, 2005) o sistemas *storytelling* (F. Charles, M. Lozano, S. Mead, A. Bisquerra, M. Cavazza, 2003) han empleado técnicas de planificación con el objetivo de generar historias dinámicas e interactivas. Aunque dichos enfoques son muy conocidos por aplicar un conocimiento intensivo no existe un formalismo común que permita representar la gran cantidad de información asociada al entorno. En su lugar el conocimiento del dominio queda reducido exclusivamente a los planes de los actores por lo que los agentes apenas pueden reutilizar o extender sus habilidades. Dicho en otras palabras, mientras que un camarero real es capaz de servir distintas bebidas a los clientes porque conoce la tarea y sabe que independientemente de la bebida a servir el procedimiento siempre es idéntico un camarero virtual en un EV implementa un operador por cada una de las tareas que puede realizar (por ejemplo, servir agua, servir vino y servir cerveza serían tres operaciones distintas con un procedimiento idéntico). La consecuencia de esto es que los agentes virtuales solo son capaces de realizar las tareas que han sido implícitamente definidas ya que no poseen un entendimiento general de las mismas. En (M. Luck, R. Aylett, 2000) los autores mantienen que la definición de modelos semánticos benefician la producción, visualización e interacción dentro de un EV inteligente.

La simulación de entornos virtuales es una tarea compleja y engloba tanto la semántica del entorno virtual como la animación de los seres virtuales que los habitan. Respecto a la primera tarea diversas técnicas ontológicas han sido empleadas en algunos trabajos como mecanismos de representación conceptual de estos entornos. En el sistema *VR-Wise* (B. Pellens, W. Bille, O. De Troyer, F. Kleinermann, 2005) un especialista en realidad no virtual puede ser capaz de desarrollar un EV mediante el empleo de un conjunto de ontologías (DAML+OIL). Tras esto el sistema está en disposición de realizar una transformación de los conceptos en una representación gráfica VRML que se utiliza para representar la escena. En (M. Kallmann, D. Thalmann, 1999) se emplea una ontología basada en el lenguaje XML con el propósito de

modelar y animar cuerpos humanos así como la interacción entre estos humanos virtuales con lo que los autores definen como objetos inteligentes. De esta manera la interacción agente-objeto es controlada por medio del entorno puesto que toda la información relativa a ésta es almacenada en los propios objetos.

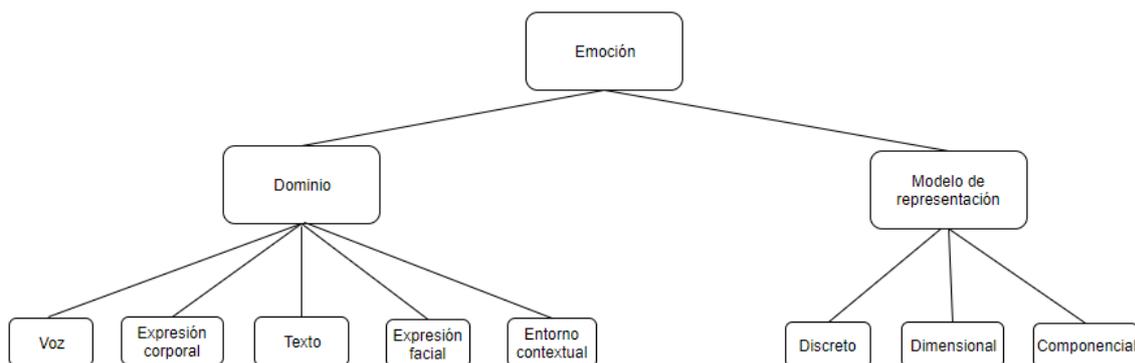
Uno de los aspectos comunes de muchos de los trabajos llevados a cabo en la investigación de este campo es la necesidad de formalizar el concepto de entidad virtual, esto es, el componente principal de un EV. En (E. Ruffaldi, C. Evangelista, M. Bergamasco, 2004) los autores proponen tres aspectos esenciales a la hora de desarrollar un EV: interacción, visualización y animación. En este trabajo proponen una ontología de EV que define los bloques básicos para el entorno virtual. Estos bloques son caracterizados por cuatro propiedades multimodales: la propiedad de acción (relativo a la animación), la propiedad de ilustración (visualización), la propiedad táctil (relativo a la interacción) y la propiedad física (relacionado con la animación y la interacción).

La gran capacidad semántica que ofrecen las técnicas ontológicas ha provocado que un gran elevado número de investigaciones en este campo se hayan enfocado en el empleo de las mismas como el mecanismo de representación y modelado del conocimiento. En (M. Messaoud, F. Cherif, C. Sanza, V. Gaildrat, 2015) se propone una nueva representación de entornos virtuales semánticos a través de un modelo denominado *SVHsIEVs (Semantic Virtual Humans in Virtual Enviroments)* que proporciona una representación consistente tanto del entorno de simulación como su estructura, los objetos que en él existen así como las interacciones y tareas que los humanos virtuales pueden realizar en el entorno definido. En (F. Grimaldo, M. Lozano, F. Barber, G. Viguera, 2008) los autores definen la base del conocimiento de un mundo virtual así como las relaciones sociales entre diferentes agentes dentro de una comunidad virtual mediante el empleo de técnicas ontológicas. Por un lado se lleva a cabo el modelado del entorno virtual, esto es, el escenario virtual donde todo sucede y por otro lado el modelado de todo el comportamiento animado de los seres virtuales que pueblan esta comunidad ficticia. En este trabajo se hace empleo del lenguaje ontológico OWL (*Web Ontology Language*) para definir la jerarquía de clases, sus propiedades e interrelaciones. En (L. Vanackem, C. Raymaekers, K. Coninx, 2007) se introduce un modelo basado en interfaz de usuario que incorpora información semántica representada mediante el empleo de ontologías. De igual forma que en las referencias previas el empleo de las ontologías permite a los autores modelar el modelo conceptual así como representar el mundo virtual y las interacciones que en él tienen lugar. Finalmente, Irawati y colegas (S. Irawati, D. Calderon, H. Ko, 2005) (S. Irawati, D. Calderón, H. Ko, 2006) desarrollan unos marcos de interacción para la manipulación de objetos 3D en espacios virtuales en los cuales emplean ontologías que definen las relaciones existentes entre los objetos virtuales así como sus características. El objetivo de estos trabajos es emplear distintos dispositivos, tales como teclados o ratones, en combinación con expresiones habladas para enviar órdenes al sistema y que éste sea capaz tanto de interpretarlas como de llevarlas a cabo.

### ***Ontologías para la representación de estados afectivos***

Las ontologías también han sido utilizadas para la representación de los estados afectivos de las personas. El estado afectivo de un ser humano está compuesto por las emociones y el ánimo y puede verse influenciado por su personalidad o sus necesidades en un momento determinado. En un sistema recomendador educativo afectivo se espera que las recomendaciones realizadas tengan en cuenta las emociones o el estado anímico del estudiante.

Aunque de manera generalizada se tiende a confundir emociones con estado de ánimo existen diferencias significativas entre ambos conceptos. Las emociones son reacciones que se producen en una persona ante un estímulo interno o externo y que pueden ser expresadas mediante las expresiones faciales, los gestos, la voz u otros factores fisiológicos. Se trata de reacciones breves pero intensas que afectan de manera significativa al comportamiento del ser humano. (R. Abaalkhail, B. Guthier, R. Alharthi, A. E. Saddik, 2017) proponen la representación que puede observarse en la Ilustración 7 y que ofrece una vista global de cómo las emociones pueden ser expresadas mediante diferentes medios y representadas a través de diferentes modelos computacionales. Por otro lado el estado anímico posee una intensidad menor, no siempre su causa es visible y perdura más en el tiempo. El estado anímico de la persona puede influir también de manera importante en las acciones y comportamientos de la persona.



**Ilustración 7. Representación de las emociones. La parte izquierda refleja como los humanos expresamos nuestras emociones y la parte derecha los posibles modelos de representación de las mismas.**

Como ya hemos comentado otro aspecto importante a considerar cuando se trabaja con estados afectivos es la personalidad del individuo ya que puede ejercer una influencia importante sobre las emociones. En el mundo académico el modelo de los cinco grandes es el modelo teórico dominante y su finalidad es representar la personalidad del individuo en cinco dimensiones: extroversión, simpatía, conciencia, neuroticismo y apertura.

Una gran cantidad de trabajos se han centrado en el desarrollo de ontologías para analizar y detectar emociones a partir de textos ya que las personas tendemos a expresar nuestras emociones mediante las palabras. *Emotions Ontology* (K.M Sam, C.R. Chatwin, 2012) es una herramienta destinada a analizar el comportamiento de los consumidores en las redes sociales y representar sus sentimientos a través de la felicidad o la tristeza. Otra ontología destacable es

*Emotive Ontology* (M. D. Sykora, T. Jackson, A. O'Brien, S. Elayan, 2013), construida para detectar y analizar emociones procedentes de redes sociales representadas a través de texto informal. En cuanto al entorno del e-learning cabe destacar (M. Arguedas, F. Xhafa, T. Daradoumis, 2015), una ontología que permite al estudiante obtener una retroalimentación en sesiones de aprendizaje electrónico. Para la detección de las emociones este enfoque emplea procesos de aprendizaje virtual colaborativo que incluyen conversaciones textuales, debates y *wikis*.

A través de las expresiones faciales se pueden obtener también las emociones del individuo que pueden ser capturadas y representadas por las ontologías. En (A. García-Rojas, F. Vexo, D. Thalmann, A. Raouzaïou, K. Karpouzis, S. D. Kollias, L. Mocozet, N. Magnenat-Thalmann, 2006), los autores proponen el modelado de expresiones faciales animadas en humanos virtuales mediante MPEG-4. Así las acciones humanas son introducidas en un entorno virtual con avatares mediante el empleo de ontologías. En el contexto del *e-learning*, la ontología *OLA* (V. Eyharabide, A. Amandi, M. Courgeon, C. Clavel, C. Zakaria, J-Claude Martin, 2011) se basa en el modelo OCC<sup>5</sup> propuesto por Ortony, Clore y Collins (A. Ortony, G. L. Clore, A. Collins, 1990) para capturar las emociones del estudiante mientras interactúa con un test acerca del lenguaje de programación Java. La aplicación permite monitorizar y almacenar las respuestas del usuario con el objetivo de que la ontología estime el estado afectivo del alumno empleando la inferencia ontológica. Por otro lado mediante la voz, las expresiones corporales e incluso el entorno contextual del individuo las emociones pueden ser capturadas y representadas mediante ontologías. En el estudio llevado a cabo en (R. Abaalkhail, B. Guthier, R. Alharthi, A. E. Saddik, 2017) se puede consultar otro gran número de ontologías y trabajos que han sido desarrollados para la detección y representación de emociones empleando los medios ya mencionados. Cabe también destacar que algunos trabajos han considerado además el estado anímico del individuo y no solo las emociones que este expresa. Destacable es la ontología *COMUS* (S. Song, M. Kim, S. Rho, E. Hwang, 2009) cuyo cometido es recuperar música empleando para ello técnicas semánticas. Esta ontología es capaz de utilizar razonamiento acerca del estado anímico del usuario, su situación y sus preferencias para adaptar las recomendaciones musicales en cada momento.

Finalmente uno de los lenguajes de marcado más importantes para la representación de emociones es *Emotion Markup Language* (o EmotionML) (F. Burkhardt, C. Pelachaud, B. Schuller, E. Zovato, 2017) el primer esfuerzo de la W3C para estandarizar la representación de emociones en los computadores. Este lenguaje facilita un componente tecnológico para representar y procesar emociones y permite la interoperatividad entre diferentes componentes para el correcto procesamiento de la información. En cuanto a lenguajes de marcado para la representación de la personalidad de los individuos es interesante el enfoque propuesto en (A. S. N. Nunes, M. Santos Bezerra, J. Adicinéia, 2012) denominado *PersonalityML*. En la sección 3.3.4 veremos en mayor detalle ambos lenguajes de marcado y la utilidad de los mismos en cuanto a reutilización para la construcción y desarrollo de nuestra propia ontología.

---

<sup>5</sup> El modelo OCC es un modelo de razonamiento sobre agentes, creencias, objetos y eventos para obtener conclusiones a partir de las emociones del individuo.

## 2.4. Contexto de investigación y potenciales aportaciones

El análisis del estado de la cuestión supone un ejercicio fundamental para comprender cuál es el estado actual de los diferentes campos de interés para nuestra investigación. La finalidad de nuestro estudio es sentar las bases para el desarrollo de sistemas capaces de generar historias animadas digitales que reflejen el contexto y las características de los estudiantes para ofrecer soporte afectivo a través de sesiones de coaching *online*.

Para alcanzar nuestro objetivo hemos dividido el análisis del estado de la cuestión en tres campos principales estrechamente relacionados con nuestro contexto de investigación. A partir de nuestro estudio hemos detectado, en relación con nuestros intereses, cuáles son las principales aportaciones realizadas hasta la fecha y las distintas carencias en cada uno de los campos revisados en sintonía con nuestro trabajo. En primer lugar hemos introducido los sistemas recomendadores basados en contextos y en particular los educativos afectivos donde se integra nuestro trabajo. Si bien el interés por este campo ha crecido de manera notable en los últimos años con el desarrollo de sistemas capaces de detectar y gestionar las emociones de los estudiantes hemos observado cómo todavía existe una carencia notable de sistemas capaces de ofrecer respuestas completas que cubran las necesidades afectivas que los diferentes estudiantes pueden presentar durante su proceso de aprendizaje. Una de nuestras principales aportaciones en este ámbito es proponer una arquitectura para la integración de *storytelling* digital en los sistemas ya existentes aportando de esta manera un auténtico *coaching* digital carente en los mismos. Además de esta arquitectura también hacemos especial énfasis en la utilización de un enfoque de ingeniería de requisitos que a diferencia de alguna de las metodologías ya existentes como TORMES se centran de manera especial en el alumno y que incluyen técnicas de teatro psicopedagógico y encuestas.

Como métodos de recuperación y adaptación de historias proponemos el empleo de sistemas RBC en combinación con ontologías. La disposición jerárquica de las ontologías facilita el uso de funciones de similitud semántica que emplean este conocimiento jerárquico para establecer el grado de similitud entre los conceptos de las mismas. Nuestra principal aportación de interés en este apartado reside en la utilización del conocimiento del dominio obtenido a partir de las encuesta y del taller “Atrapasueños” dirigido a los potenciales usuarios del sistema para definir una función de similitud que tenga en cuenta tanto las características del perfil del usuario como sus diferentes contextos de estudio y que hasta la actualidad no han sido considerados. Este conocimiento ontológico nos permite además determinar los conceptos clave o de interés de la ontología a comparar y definir diferentes regiones de similitud destacadas que permiten acotar el espacio de búsqueda agilizando los procesos de recuperación.

En cuanto a la representación del conocimiento del dominio proponemos el empleo de una ontología coherente con las diferentes ontologías estándar más utilizadas en los sistemas *e-learning* y para la representación de mundos virtuales. Por esta razón ha sido necesario revisar algunas ontologías de interés en dominios muy diversos como la representación de contextos, modelos de estudiantes, estados afectivos y entornos virtuales. La principal aportación de nuestro trabajo en este ámbito es la integración de estos estándares y ontologías existentes en *e-learning* y mundos virtuales así como el enriquecimiento y utilización de metodologías para el

desarrollo una ontología a través de encuestas y de técnicas de teatro psicopedagógico que ayuden a la elicitación del conocimiento en nuestro dominio.

# Capítulo 3

## 3. Metodología

En este capítulo presentamos las metodologías de ingeniería de requisitos y desarrollo de ontologías seguidas en nuestra prueba de concepto. Comenzamos presentando nuestra labor de ingeniería de requisitos a través de dos enfoques de alto contenido participativo y que se centran en el usuario del sistema. En concreto hablamos del teatro psicopedagógico y de la utilización de encuestas como mecanismos de elicitación de conocimiento en *e-learning*. Seguidamente presentamos diferentes metodologías útiles para el desarrollo de una ontología y detallamos cuál es el enfoque adoptado en nuestro trabajo. Finalmente incluimos como parte de esta metodología una fase de análisis en la que el objetivo es realizar una reutilización parcial de ontologías ya existentes. El objetivo aquí es doble ya que por un lado se busca garantizar la interoperatividad y escalabilidad futura así como facilitar y estimular el desarrollo de nuestra ontología con la utilización de conceptos y conocimiento ya empleado en algunas de las ontologías más difundidas y en estrecha relación con nuestro trabajo.

### 3.1. Ingeniería de requisitos

A través de nuestra labor de ingeniería de requisitos el objetivo es emplear dos enfoques interesantes para la elicitación de conocimiento centrados en el propio estudiante. En nuestro caso concreto hemos utilizado talleres de teatro psicopedagógico (A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid., 2017) y la recogida de datos a través de encuestas a estudiantes para la captura de requisitos. Nótese aquí cómo nuestra propuesta (la combinación de talleres de teatro y el empleo de encuestas) supone un enfoque muy diferente al propuesto por la metodología TORMES (O. C. Santos, J. G. Boticario, 2015), única referencia encontrada en la literatura científica de una metodología de ingeniería de requisitos enfocada específicamente en la elicitación de recomendaciones para sistemas recomendadores educativos afectivos. Como principal diferencia podemos decir que nuestra propuesta se centra en la toma de requisitos haciendo al usuario final (en este caso a los propios alumnos) partícipes en este proceso a través de dos técnicas participativas de alto contenido creativo.

En primer lugar vamos a hablar del teatro psicopedagógico y su aplicación durante la fase de ingeniería de requisitos. En esta sección presentaremos de forma más detallada la investigación presentada en los antecedentes a este trabajo (ver sección 1.1) y cómo el taller “Atrapasueños” fue realizado con el objetivo de obtener información relevante (emociones más presentes durante el estudio, contextos de estudio particulares, las principales dificultades que se presentan durante el estudio a distancia, etc). Por último presentamos la recogida de datos mediante encuestas que supone otro ejercicio donde se busca la participación del alumno a distancia para obtener nuevos contextos de estudio e información representativa del mismo.

### 3.2.1. Teatro psicopedagógico

Algunas técnicas de teatro improvisado han sido empleadas en la literatura como un mecanismo novedoso durante la fase de ingeniería de requisitos que huyen de las entrevistas tradicionales donde se tiende a reproducir percepciones y actitudes convencionales o historias de vida con cronología detallada pero carente de interés. De esta manera el teatro improvisado supone otro medio para la creación y representación de escenarios típicos para el diseño de sistemas innovadores y que ha sido propuesto en algunos trabajos (J. Vines, T. Denman-Cleaver, P. Dunphy, P. Wright, P. Olivier, 2014) (M. Mahaux, A. Hoffman, 2012). Como ya hemos visto, la metodología TORMES supone otro enfoque diferente centrado en el análisis de requisitos en sistemas recomendadores educativos afectivos. Esta metodología proporciona a los profesores un procedimiento para identificar, diseñar y evaluar acciones que sus estudiantes deben de realizar en un momento determinado dentro de la plataforma de aprendizaje, teniendo en cuenta las necesidades de los alumnos y con el objetivo de hacer su aprendizaje más eficiente y satisfactorio. Sin embargo hasta la fecha no se han observado trabajos donde la elicitación del conocimiento del dominio se centre casi de forma exclusiva en el componente clave de un SREASC, esto es, el propio estudiante.

En el apartado 1.1 de esta memoria ya presentamos el trabajo que se llevó a cabo por parte de personal investigador de la UNED a través de un taller que tenía como objetivos concebir, experimentar y evaluar técnicas de Ingeniería de Requisitos basadas en el teatro psicopedagógico para el desarrollo de SREASC (A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid., 2017). Una de las principales ventajas del teatro psicopedagógico es que proporciona información que de manera inicial los participantes transmiten por medios de comunicación no verbal pero que tras la escenificación se vuelve conocimiento consciente que pueden verbalizar. Las historias narradas durante el taller llevado a cabo describían vivencias muy representativas del universo afectivo del estudiante a distancia, en otras palabras, las situaciones o contextos más habituales que suelen presentarse durante su estudio. Esta técnica pone también de manifiesto su carácter participativo al establecerse un vínculo entre los participantes, ya que se observó que a través de las historias contadas por sus pares otros alumnos se animaron a compartir sus propias anécdotas revelando así nuevos contextos remarcables tales como la incertidumbre o el estrés asociado al desempleo.

La realización del taller “Atrapasueños” consistió en diferentes fases. Durante la primera fase tuvo lugar la preparación cognitiva que consistió en una reunión con Alejandra Barbarelli, directora de la compañía de teatro Impronta y cuyo CV puede consultarse en el APÉNDICE 5. Biografía de Alejandra Barbarelli), para explicar la problemática de la UNED y compartir diferente documentación relevante sobre el perfil de estos estudiantes, los datos de abandono, etc. Durante esta fase se realizó también una preparación emocional que consistió en, una vez revisada la documentación, una reunión entre los miembros de Impronta para discutir, compartir sus propias historias relacionadas con el aprendizaje a distancia y ensayar la interpretación de algunas de ellas.

En cuanto a la segunda fase esta consistió en la realización del propio taller que a su vez se dividió en diferentes etapas:

1. Calentamiento: Barbarelli conduce la experiencia. El objetivo es establecer un ambiente emocionalmente seguro para que los participantes se abran y se sientan cómodos. Los miembros de Impronta se presentan y comparten de forma breve sus propias anécdotas relacionadas con el aprendizaje a distancia. Los actores se presentan abiertos y sinceros lo cual favorece el intercambio personal. Animados por esto los alumnos comparten sus propias experiencias personales.
2. Entrevista: Barbarelli realiza preguntas al alumno que se anima a compartir sus vivencias para obtener datos básicos descriptivos y expresión de sentimientos para estimular a los actores. El alumno narrador describe el entorno y los personajes de la escena y selecciona al actor que le representará.
3. Escenificación: Los actores representan las historias en diferentes formas bajo las sugerencias de la directora. Algunas de las formas empleadas en este taller fueron “escultura fluida”, “pares antagónicos”, “escena de la historia”, “coro”, “el caminante” y la “canción de la historia”. Muchas de estas formas de representación tienen sus orígenes en el Teatro Playback y otras fueron tomadas de otras compañías o desarrolladas por Impronta.

En este punto los actores buscan captar el espíritu y el tono de la historia prestando especial atención a los elementos de comunicación no verbal: el lenguaje corporal, las cualidades de voz y ritmo, el contacto visual, el estrés, etc. Los propios actores se convierten en un espejo donde los estudiantes pueden ver aspectos de sí mismos tomando conciencia de sus propias emociones y descubriendo otros puntos de vista acerca de la situación compartida.

4. Agradecimiento: Después de cada representación la directora agradece su participación al alumno narrador y pregunta si la representación capturó la esencia de su relato. Comienza así una conversación donde el alumno verbaliza contenido que en principio no era verbal. A medida que progresan las narraciones el ambiente se vuelve más íntimo y más estudiantes se animan a compartir historias cada vez más personales.
5. Los actores concluyen el taller con “flashes” de las historias y sentimientos compartidos durante la sesión. Los participantes captan así la esencia de la actividad, la ‘conversación’ que ha tenido lugar implícitamente entre los miembros del público a través de sus historias.

Las historias compartidas narraban situaciones esencialmente relacionadas con:

- La importancia para los estudiantes de los momentos de ‘contacto humano’ con otras personas, la visualización de un profesor en un vídeo o las respuestas personalizadas recibidas por e-mail.
- La importancia de desarrollar habilidades para la gestión del tiempo y de la disciplina, la utilización de ‘tiempos muertos’ (viaje en el transporte público) para estudiar, o de

aprender a compaginar los aspectos familiares, laborales y de estudio.

- El 'guía interno' que ayuda al alumno a lograr sus metas: la celebración de los logros, la auto-conversación y la definición individual de éxito.

Las escenas fueron filmadas con el consentimiento de los alumnos participantes. Estos vídeos han resultado de especial utilidad para nuestro trabajo ya que además de emplearse para la identificación de atributos de perfil de usuario y contextos de estudio relevantes han sido utilizados para la población de la ontología que se ha desarrollado para la prueba de concepto de esta investigación.

### 3.2.2. Recogida de datos mediante encuesta

La recogida de datos a través de encuestas supone también un ejercicio participativo en el que se solicita a los estudiantes responder a una serie de preguntas para la obtención de diferentes contextos de estudio. Con tal objetivo en este trabajo hemos desarrollado una pequeña encuesta a través de Google Forms y la hemos difundido entre estudiantes de la UNED con el objetivo de alcanzar la mayor participación posible. Esta encuesta puede consultarse en el APÉNDICE 4. Encuesta de esta memoria. Cabe remarcar que la encuesta se realizó de manera totalmente anónima y sin almacenar ningún tipo de información que permitiese la identificación del encuestado, garantizado así la ley de protección de datos e información de carácter personal. La encuesta se divide en 10 bloques de preguntas:

- **Preguntas generales:** preguntas relativas a obtener información general como la edad y sexo del encuestado, si posee hijos, mascotas, etc.
- **Estudios:** preguntas con el objetivo de obtener información al respecto de los estudios que el estudiante está cursando, su grado de satisfacción con los mismos, si está becado o no, etc.
- **Contextos de estudio:** en este bloque de preguntas el fin es obtener cuáles son los lugares de estudio más habituales por parte del estudiante, durante qué parte del día estudia o si lo hace en el transporte público.
- **Factores de rendimiento:** preguntas que tienen por finalidad obtener diferentes factores (de tiempo, de rendimiento o afectivos) que pueden afectar más durante el estudio a distancia.
- **Motivación, ánimos y emociones:** bloque de preguntas que tratan de identificar la motivación, los ánimos y las emociones de los estudiantes antes y durante el estudio.
- **Descripción de situación de estudio:** en este bloque el objetivo es obtener descripciones de situaciones representativas durante el estudio por parte de los

estudiantes así como de obtener algunos rasgos de las personas involucradas en esas situaciones.

- **Test de inteligencia emocional:** se trata de un total de 24 preguntas que tienen por objetivo medir la inteligencia emocional en tres dimensiones; la atención, la claridad y la reparación. Este test fue facilitado por Alejandra Barbarelli.
- **Test de personalidad:** test resumido de los cinco grandes con el objetivo de evaluar y analizar la composición de las cinco dimensiones de personalidad en el encuestado.
- **Situación laboral:** obtención de datos representativos de la situación laboral del encuestado, como el sector en el que trabaja, el tipo de jornada laboral o si dispone de tiempo libre para estudiar en su puesto de trabajo.
- **Localidad:** preguntas relativas para representar el contexto geográfico del encuestado.

Nuestra encuesta plantea tres objetivos fundamentales:

- Identificar atributos relevantes de los estudiantes y de su contexto para la recuperación de casos con el fin de diseñar una función de similitud.
- Observar y detectar patrones en los estudiantes que experimentan situaciones académicas similares con el propósito de definir regiones de similitud que permitan definir procesos de recuperación de información más ágiles y precisos.
- Recoger datos lo más reales posibles para poblar la ontología desarrollada con la que experimentar durante nuestra prueba de concepto.

Es importante destacar que la encuesta debería de ser adicionalmente validada por un grupo de expertos, si bien para este fin nosotros hemos contado con la inestimable ayuda de Alejandra Barbarelli. De esta manera hemos tratado de garantizar la validez y fiabilidad de la encuesta con el fin de evitar sesgos y errores y comprobando que satisface diferentes requisitos básicos (número no muy alto en las categorías de respuesta, validaciones numéricas, opciones de respuesta excluyentes en las preguntas que procede, organización y estructura del cuestionario, claridad, concisión e imparcialidad en las preguntas, brevedad para evitar el abandono de los encuestados, etc).

Para nuestro propósito de experimentar con una pequeña prueba de concepto la encuesta desarrollada y la muestra escogida es suficiente, sin embargo reconocemos que la encuesta debe de ser repetida en el futuro aplicando un mayor rigor académico, esto es, validándola de acuerdo a diferentes estándares e implicando a un mayor número de expertos durante el proceso de validación. A su vez es importante remarcar que es fundamental también seleccionar una muestra más significativa de la población con el propósito de plantear un experimento a mayor escala en la continuación de esta investigación.

## 3.2. Metodologías para el desarrollo de la ontología

La ingeniería ontológica se define como el campo de las ciencias de la computación y de la información que estudia los métodos y metodologías para construir esquemas conceptuales<sup>6</sup>. Esta ingeniería puede resultar excesivamente compleja para aquellos grupos de personas que carecen de los conocimientos necesarios para el desarrollo de una ontología por lo que en la mayor parte de los casos se requiere del conocimiento del ingeniero ontológico para su desarrollo.

En los últimos tiempos han surgido diferentes metodologías que han transformado el arte de construir ontologías simples en una actividad de ingeniería y cuyo objetivo es definir y establecer una serie de pasos o métodos estructurados para su desarrollo. A continuación enumeramos y detallamos brevemente algunas de las metodologías más destacadas con el objetivo de evaluar posteriormente cuál o cuáles resultan más adecuadas para los propósitos de nuestra investigación.

### 3.2.4. Methontology

METHONTOLOGY (M. Fernandez-Lopez, A. Gomez-Perez, N. Juristo, 1997) fue desarrollada por el Grupo de Ingeniería Ontológica de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) con el objetivo de construir ontologías en el nivel de conocimientos y separar el proceso de desarrollo de la ontología del ciclo de vida a seguir durante el desarrollo de la misma. Mientras que el proceso de desarrollo define las actividades a realizar durante la construcción de la ontología el ciclo de vida se encarga de planificar las actividades de gestión (planificación, control y garantía de calidad), las actividades de desarrollo (especificación, conceptualización, formalización, implementación y mantenimiento) y las actividades de apoyo (adquisición del conocimiento, integración, evaluación, documentación y gestión de la configuración).

Esta metodología adopta diferentes ideas y conceptos derivados de la Ingeniería del software ya que el proceso de definición para el desarrollo de ontologías se basa en estándares de desarrollo software propuesto por IEEE. Por mencionar alguna de sus desventajas, Methontology no define procesos de colaboración que consideren ontologías distribuidas entre grupos heterogéneos y geográficamente diversos de expertos de dominio y profesionales ontológicos. En cuanto al seguimiento de la evolución y de las versiones de las ontologías tampoco establece cómo manejar estas. Para la reutilización de recursos Methontology incluye un conjunto de actividades para llevar a cabo durante los procesos de reutilización y re-ingeniería pero no proporciona directrices detalladas para tales procesos ni considera diferentes niveles de granularidad durante la reutilización de los recursos ontológicos. Por otro lado

---

<sup>6</sup>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_ontol%C3%B3gica#La\\_ingenier%C3%ADa\\_ontol%C3%B3gica\\_en\\_las\\_ciencias\\_de\\_la\\_vida](https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_ontol%C3%B3gica#La_ingenier%C3%ADa_ontol%C3%B3gica_en_las_ciencias_de_la_vida)

tampoco considera la reutilización de patrones de diseño ontológicos (*ODPs*<sup>7</sup>, *ontology design patterns*) ni la reutilización de recursos no ontológicos.

Otra de las grandes desventajas que plantea esta metodología es que está enfocada a ser utilizada por ingenieros de ontologías e investigadores, por lo que puede resultar compleja para aquellos grupos de personas, como expertos de dominio o usuarios finales, con conocimientos limitados en el campo de las ontologías.

### 3.2.5. NeOn

Se trata de una metodología propuesta por el *Ontology Engineering Group* de la Universidad politécnica de Madrid (Figuerola, 2010) enfocada a la construcción de redes ontológicas. NeOn surge de la necesidad de definir escenarios para la reutilización de conocimiento ya disponible (ontológico o no) ya que algunas de las metodologías existentes hasta la fecha como Methontology, Diligent (H. Sofia Pinto, S. Staab, C. Tempich, 2004) o On-To-Knowledge (Y. Sure, R. Studer, 1999) carecen de procesos de ayuda a los desarrolladores para la reutilización y adaptación de recursos ya disponibles. De esta forma esta metodología se centra especialmente en dar soporte tanto a los aspectos colaborativos (de especial ayuda en la construcción de redes ontológicas distribuidas) así como en la reutilización de recursos y seguimiento de la evolución dinámica de estas redes.

La metodología se basa en un enfoque “divide y vencerás” ya que descompone el problema general a resolver en un conjunto de subproblemas más pequeños. Para obtener la solución al problema general, es decir, el desarrollo de una red ontológica, las soluciones a los diferentes problemas se combinan. Para lograr tal cometido NeOn identifica 9 escenarios relacionados con diferentes subproblemas y que se componen de procesos y actividades. Estos escenarios son los siguientes:

- **Escenario 1 - De la especificación a la implementación:** Este escenario es siempre común para el desarrollo de cualquier ontología ya que se emplea en el desarrollo desde 0. En primer lugar tiene lugar la especificación de los requisitos concretos para posteriormente evaluar la posibilidad de reutilizar recursos ya existentes.

- **Escenario 2 – Reutilización y reingeniería de recursos no ontológicos (NORs):** En este escenario el objetivo es que los desarrolladores decidan de acuerdo a la especificación de requisitos que NORs existentes pueden ser reutilizados para construir la ontología. Aquellos NORs que sean seleccionados deben transformarse en ontologías.

- **Escenario 3 – Reutilización de recursos ontológicos:** En este escenario los desarrolladores emplean recursos ontológicos ya existentes para la construcción de las redes. Esto puede realizarse de diferentes maneras, ya sea mediante la reutilización de ontologías completas o algunas partes de las mismas.

---

<sup>7</sup> Los ODPs se consideran modelos ontológicos que una vez empleados para resolver problemas de diseño similares pueden ser identificados como soluciones de diseño generalizadas.

▪ **Escenario 4 - Reutilización y reingeniería de recursos ontológicos:** En este escenario los desarrolladores evalúan la posibilidad de incorporar recursos ontológicos y aplicar sobre ellos ciertas labores de reingeniería para su plena adaptación a la ontología que se está desarrollando.

▪ **Escenario 5 – Reutilización y fusión de recursos ontológicos:** Este escenario sucede cuando se van a emplear diferentes recursos ontológicos que pertenecen al mismo dominio. Por ello, los desarrolladores reutilizan y mezclan estos recursos con el objetivo de obtener una ontología resultante.

▪ **Escenario 6 – Reutilización, fusión y reingeniería de recursos ontológicos:** Este escenario define las mismas actividades que el escenario anterior, sin embargo los desarrolladores pueden decidir realizar reingeniería sobre el conjunto de recursos fusionado.

▪ **Escenario 7 – Reutilización de patrones de diseño de ontologías (ODPs):** Los desarrolladores emplean repositorios ODPs con el propósito de reutilizar patrones con diferentes propósitos: reducir las dificultades de modelado, acelerar el proceso o validar la adecuación de las decisiones tomadas.

▪ **Escenario 8 – Reestructuración de recursos ontológicos:** Este escenario tiene por fin reestructurar (podar, especializar, extender, etc.) los recursos ontológicos que serán integrados en la ontología a desarrollar.

▪ **Escenario 9 – Traducción de recursos ontológicos:** Con el objetivo de obtener una ontología multilingüe en este escenario se realizan las tareas de adaptación pertinentes de la ontología a otros lenguajes y /o culturas.

Los escenarios anteriores pueden ser combinados entre sí, es decir, en el desarrollo de una ontología podría suceder que se diese más de uno simultáneamente. La inclusión del escenario uno es siempre obligatorio ya que en este se realizan las actividades principales (especificación de requisitos y planificación) del desarrollo ontológico. Es una labor del desarrollador decidir qué escenarios se incluirán en el desarrollo de la ontología en base a la reutilización de diferentes recursos.

Es importante remarcar que NeOn es la metodología más adecuada para el desarrollo de una aplicación real donde los subsistemas a integrar empleen ontologías ya existentes. Sin embargo el empleo exclusivo de NeOn implica una gran labor de ingeniería que no puede ser abordada en este TFM por lo que para el desarrollo de nuestro trabajo se ha optado por aplicar una metodología de diseño que es una mezcla entre Neon y UPON Lite que a continuación presentamos.

### 3.2.6. UPON Lite

Por norma general el desarrollo de una ontología requiere de un enfoque de ingeniería riguroso y sistemático. Algunas de las metodologías ya mencionadas son muy complejas y están orientadas principalmente a personas con amplios conocimientos en el campo de las ontologías. UPON Lite (A. De Nicola, M. Missikoff, 2016) surge de la necesidad de desarrollar métodos para la construcción y mantenimiento de ontologías concebidas y diseñadas especialmente para los usuarios finales (tales como expertos del dominio, partes interesadas e incluso usuarios casuales en el dominio de interés) reduciendo así la dependencia existente con los ingenieros ontológicos. Esta metodología tiene por objetivo cambiar la responsabilidad para el desarrollo de la ontología hacia una comunidad de usuarios finales mediante un enfoque social y altamente participativo apoyado por métodos y herramientas de fácil uso. Las ontologías desarrolladas siguiendo esta metodología se caracterizan porque pueden ser desarrolladas por expertos del dominio (junto con los usuarios) sin la necesidad de recibir soporte por parte de ingenieros ontológicos. Estos últimos solo toman parte en el proceso durante el último paso de desarrollo y una vez el conocimiento del dominio ha sido obtenido, organizado y validado. En ese último paso los ingenieros intervienen en aras de producir una formalización final de la ontología como previo paso a su entrega a los usuarios finales. La metodología se fundamenta en tres pilares fundamentales en el desarrollo ontológico:

1. Emplea un enfoque centrado en el usuario enfatizando el rol desempeñado por los expertos del dominio.
2. Adopta un enfoque social que hace uso de la inteligencia colectiva de expertos en el dominio que trabajan de forma conjunta para alcanzar los objetivos del método.
3. El proceso de construcción de la ontología se articula sobre seis pasos bien definidos que producen una salida inmediata en cada uno de ellos.

Otra de las particularidades de esta metodología es que facilita la realización de prototipados rápidos muy adecuados cuando se desea desarrollar algo con una alta celeridad.

### 3.2.7. Conclusiones

Para el desarrollo de nuestro trabajo hemos aplicado una metodología de diseño de la ontología que combina las metodologías Neon y UPONLite. Hemos comenzado con la revisión y análisis del estado del arte (que cubriría los escenarios 1, 2 y 3 de la metodología Neon) para a continuación aplicar la metodología UPONLite para producir una versión de la ontología que reutiliza algunas de las partes de las ontologías revisadas. Este enfoque metodológico ha resultado idóneo para nuestra investigación ya que nuestro principal objetivo es experimentar con una prueba de concepto para dar validez a nuestro estudio, por lo cual abordar un proceso de reutilización completo resultaría en una tarea altamente costosa. Por otra parte la reutilización total de todas las ontologías revisadas no habría sido posible debido a que muchas de ellas no son públicas y solo se ha tenido acceso a las mismas a partir de la literatura científica. Sin embargo tomar en cuenta su estructura y diseño ha resultado clave por dos razones: nos ha permitido conocer los datos que habitualmente se registran en los sistemas recomendadores

educativos sensibles al contexto y ha favorecido la integración de nuestra propuesta en estos sistemas al facilitar el empleo de conceptos comunes que garantizan la interoperatividad entre los diferentes componentes de estos sistemas.

En definitiva tanto la metodología Neon como la metodología UPONLite resultan de gran utilidad para el desarrollo de nuestro trabajo. La primera por posibilitar la reutilización, la interoperatividad y el conocimiento de los datos que manejan estos sistemas. La segunda porque facilita un desarrollo ágil que resulta muy apropiado para realizar una prueba de concepto y porque se trata de una metodología centrada en los usuarios finales. Finalmente cabe destacar además que se ha enriquecido la metodología UPONLite empleando técnicas de elicitación de requisitos basadas en teatro psicopedagógico y encuestas. Estas técnicas no solo nos han servido para elicitar historias (mejorando así el enfoque propuesto por la metodología TORMES) sino que también nos han sido de gran utilidad para completar y poblar nuestra ontología durante la fase de experimentación llevada a cabo en esta investigación.

### **3.3. Reutilización parcial de ontologías**

Si bien ya hemos comentado que no vamos a abordar un proceso de ingeniería completo para la adaptación de recursos ontológicos sí emplearemos algunas partes de ontologías existentes y en uso. De esta manera garantizamos la interoperatividad entre sistemas y el escalado de nuestro prototipo. Para llevar a cabo esta tarea en el apartado 2.3.3 de esta memoria revisamos algunas ontologías de interés y en estrecha relación con nuestro trabajo con el propósito de reutilizar diferentes partes de las mismas. En dicha sección destacamos además tres dominios claramente diferenciados: el *e-learning*, la representación de contextos y la representación de entornos virtuales. El dominio *e-learning* resulta de especial utilidad para realizar el modelo de estudiante (dentro del contexto académico del mismo, aspectos como su conocimiento, su rendimiento o sus preferencias), el segundo para tratar toda la información asociada a los contextos (integrándose aquí la representación de las emociones y de la personalidad) con los que se vincula un estudiante en un momento determinado y el tercero para la representación final de las historias.

Nuestra ontología objetivo tiene tres conceptos de nivel superior: el estudiante (su perfil, su inteligencia emocional, sus rasgos físicos, etc), el contexto (que a su vez se divide en cuatro sub-contextos tal y como veremos) y la historia (que se encarga de representar diferente información asociada a una historia parametrizada como respuesta del sistema recomendador). A su vez, y como veremos en el siguiente apartado, estos super conceptos se descomponen en otros conceptos para los que podremos reutilizar algunas de las ontologías ya existentes. Con vistas a simplificar este proceso vamos a detallar con un mayor nivel de detalle cuáles son las ontologías que se han considerado para el desarrollo de esta fase.

#### **3.3.1. Perfil de usuario**

El perfil de usuario se encarga de almacenar y gestionar toda la información personal del usuario del sistema (en este caso el estudiante). Se trata de un subconjunto de la superclase

‘Estudiante’ que recoge a su vez otra información útil como los rasgos físicos o de personalidad y la inteligencia emocional. La información de perfil se corresponde con el nombre, los apellidos, el e-mail de contacto, el teléfono, la fecha de nacimiento, la dirección, etc. Existen diferentes especificaciones publicadas en la red encargadas de describir personas y organizaciones. En nuestro caso concreto hemos optado por incluir la ontología *vCard*<sup>8</sup> que incluye diferentes conceptos que pueden ser reutilizados en nuestra ontología. En particular esta ontología incluye los siguientes conceptos de interés:

- **El nombre** (*N*)
- **El e-mail.** (*EMAIL*)
- **El teléfono** (*TEL*)
- **La fecha de nacimiento** (*BDAY*)
- **La dirección** (*ADR*)
- **El género** (*GENDER*)

La reutilización de estas partes implica que la ontología *vCard* deberá de ser extendida en aras de incluir conceptos no incluidos y que son necesarios para nosotros. Estos conceptos son:

- Los apellidos
- La nacionalidad
- Las aficiones
- La edad (puede ser derivada a partir de un axioma tomando la fecha de nacimiento).

La Ilustración 8 muestra un ejemplo de la ontología *vCard*.

Related Type	Acquaintance Agent Child Colleague Contact Coresident Coworker Crush Date Emergency Friend Kin Me Met Muse Neighbor Parent Sibling Spouse Sweetheart
--------------	---

Ilustración 8. Tipos de relaciones posibles en la ontología *vCard*

<sup>8</sup> <https://www.w3.org/TR/vcard-rdf/#Overview>

### 3.3.2. Modelo de estudiante

Para el modelo de estudiante ya revisamos algunas ontologías de interés en la sección 2.3.3 de este documento. En particular el trabajo presentado en (D. Paneva, 2006) resulta muy adecuado para nuestros propósitos. Si bien no se tiene acceso a la ontología completa en la citada publicación puede consultarse la estructura ontológica básica propuesta por los autores para llevar a cabo el modelo de estudiante. Nuestro objetivo es extender esta ontología tratando de reutilizar aquellas partes comunes con nuestro modelo de estudiante en concreto.

Toda la información del modelo de estudiante se engloba en el denominado contexto académico que a su vez se divide en información personal (motivación, dedicación estudio, satisfacción y experiencia previa), conocimiento, preferencias y rendimiento. Del trabajo de Paneva podemos reutilizar la siguiente información.

- **Estado motivacional del estudiante** (*StudentMotivationState*): Representación de distintas motivaciones por las cuáles el alumno lleva a cabo los estudios (aprender, promocionar o encontrar un trabajo, etc).
- **Conocimiento del estudiante** (*StudentBackground*): Representación de la educación previa del alumno y de la experiencia laboral del mismo (si tiene).
- **Preferencias del estudiante** (*StudentPreference*): Engloba aspectos como el estilo de aprendizaje, lengua preferida, limitaciones físicas, etc. Esta parte habrá que extenderla ya que es necesario almacenar otra información que el modelo de Paneva no tiene en cuenta como la hora de estudio, el clima preferido, el lugar de estudio habitual, etc. También la parte de las limitaciones físicas se completará con una jerarquía más especializada para distinguir entre limitaciones físicas temporales y limitaciones físicas permanentes.
- **Rendimiento del estudiante** (*StudentBehaviour*): Es la parte encargada de gestionar el rendimiento del alumno en sus estudios tales como competencias adquiridas, tiempo de estudio en los diferentes módulos, etc. Esta parte, que no será crítica para nuestro prototipo, puede ser reutilizada al completo en un sistema recomendador educativo afectivo sensible al contexto.

El resto de información que será incorporada en nuestro modelo se integrará con las partes anteriores para garantizar un modelo de estudiante robusto, completo y escalable.

### 3.3.3. Entornos virtuales

Si bien no vamos a entrar en detalle en el apartado de representación de entornos virtuales nuestra ontología propone un esbozo de una ontología de historias que se inspira en ontologías y lenguajes de marcado de mundos virtuales. El objetivo de esta ontología es caracterizar las historias digitales animadas que el módulo *storyteller* de la arquitectura que presentamos en el capítulo 4 empleará así como un conjunto de metadatos encargados de definir la parte de la historia que es susceptible de adaptación. Estos metadatos definen información personal para la caracterización de historias empleando información concreta del alumno, como por ejemplo la información de contexto para definir escenarios y situaciones, la información personal del

alumno y las personas de su entorno para definir los personajes de las historias, etc. Es decir, es necesario establecer una correspondencia entre esta ontología de historias con diferentes conceptos de la ontología de e-learning ya que la personalización final de las historias generadas se producirá mediante el empleo de diferente información contextual más distinta información personal del alumno.

El módulo generador de historias (que puede consultarse en la propuesta de arquitectura del capítulo 4) es el encargado de, con toda esta información, reproducir una historia digital animada. Debido a razones obvias de tiempo en este trabajo no abordamos este objetivo, si bien consideramos interesante proponer una ontología para la representación de estas historias y que resulte de utilidad para el módulo generador.

Nuestro enfoque ontológico para la representación de historias digitales toma las ideas del trabajo propuesto en (M. Messaoud, F. Cherif, C. Sanza, V. Gaildrat, 2015). En este trabajo se especifican dos ontologías diferentes: la ontología del entorno virtual (que describe todos los objetos presentes) y la ontología para el diseño de humanos virtuales (que describe los diferentes personajes que toman acción en la historia). Nuestra ontología de historias contendrá personajes (que quedarán definidos por humanos virtuales y cuya información se extraerá de la ontología e-learning) y escenarios que contendrán objetos (por ejemplo para definir los elementos de un escenario concreto como una sala de espera). De acuerdo al trabajo propuesto por los autores nuestro objetivo es reutilizar en la medida de lo posible la ontología propuesta y extenderla con conceptos adicionales necesarios para definir nuestras historias.

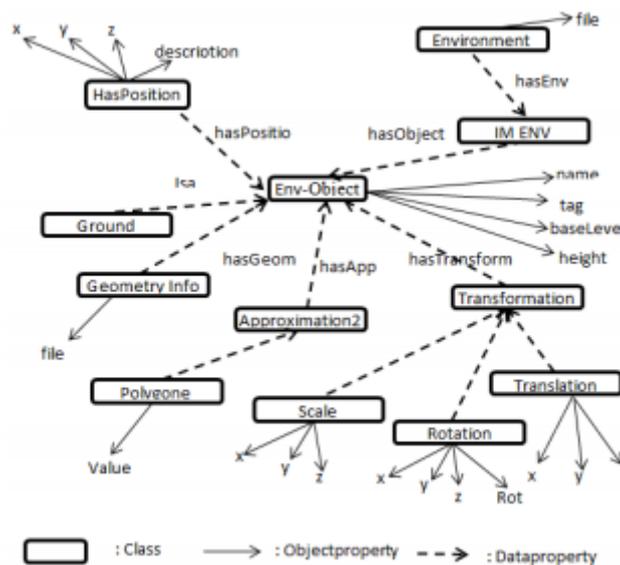


Ilustración 9. Representación de objetos en entornos virtuales en (M. Messaoud, F. Cherif, C. Sanza, V. Gaildrat, 2015)

La ontología que se representa en la Ilustración 9 es interesante para la construcción y representación de objetos en entornos virtuales. Como puede observarse esta ontología define diversas propiedades para dotar de *vida* a objetos abstractos que formarán parte del escenario

o de la historia digital animada. La representación de humanos virtuales propuesta en el trabajo anterior resulta también interesante ya que como puede observarse en la Ilustración 10 se detallan una serie de conceptos necesarios para la descripción de los mismos y de interés para nuestro trabajo:

- La personalidad del individuo
- Su estado físico y mental.
- Su posición física.
- Su descripción (nombre, edad, sexo, e tc).

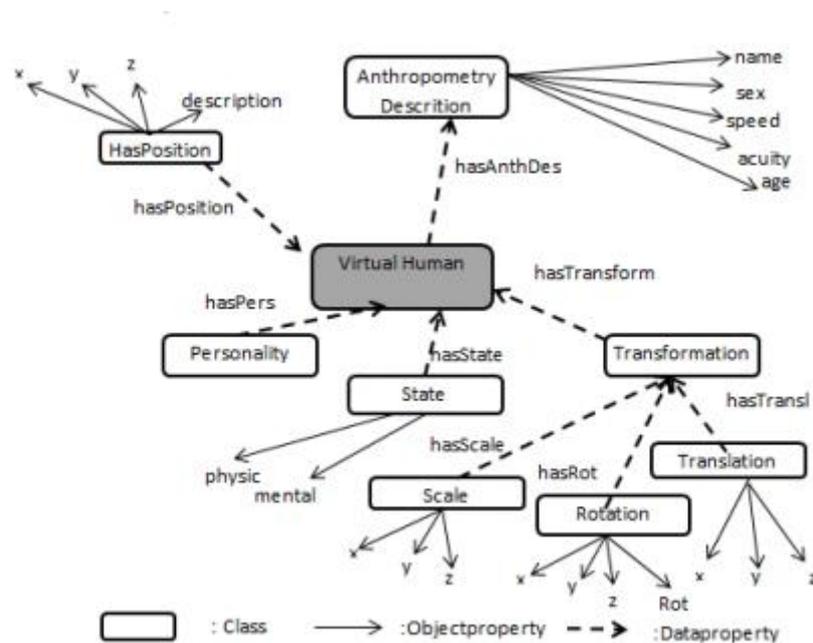


Ilustración 10. Representación de humanos virtuales en (M. Messaoud, F. Cherif, C. Sanza, V. Gaildrat, 2015)

Sería interesante investigar si es necesario extender esta ontología y añadir otra información de interés que no aparece contemplada en la ontología anterior, como por ejemplo la descripción física del individuo (su altura, peso, complexión, etc), su nivel de lenguaje o su tono de voz y que dotarían de mayor realismo e información la historia generada.

Si bien volvemos a recalcar que no entraremos en mayor detalle en la propuesta de ontología para el modelado de entornos virtuales si que proporcionaremos una ontología base para la representación de historias tomando en cuenta las ontologías propuestas en (M. Messaoud, F. Cherif, C. Sanza, V. Gaildrat, 2015) para representar tanto humanos virtuales como objetos.

### 3.3.4. Emociones y personalidad

En un SREASC la representación de las emociones y de la personalidad adquieren un gran protagonismo ya que las recomendaciones sugeridas por el sistema se ven influenciadas por el estado emocional y la personalidad del individuo. Así, por ejemplo, los individuos que comparten una personalidad similar son más propensos a compartir historias o situaciones comunes ya que el carácter de la persona puede definir cómo esta reacciona ante determinados escenarios. El SR tiene en cuenta estos aspectos para adaptar las recomendaciones propuestas buscando perfiles de usuario similares.

En la revisión del estado del arte que hemos llevado a cabo en este trabajo realizamos un estudio con el propósito de analizar diferentes ontologías existentes para la representación de estados afectivos. La mayoría de los trabajos encontrados se centran en la detección y representación de emociones a partir de diferentes fuentes tales como la voz, los textos o los gestos. Sin embargo uno de los problemas más extendidos en la literatura es que no existe un acuerdo ni un consenso para la descripción de emociones. EmotionML (F. Burkhardt, C. Pelachaud, B. Schuller, E. Zovato, 2017) proporciona un conjunto de mecanismos descriptivos que puede ser empleado de manera independiente o como un *plugin* de anotación en diferentes contextos. En EmotionML las emociones pueden ser representadas en términos de cuatro tipos de descripción derivadas de la literatura científica: categorías, dimensiones, valores estimados y acciones. En nuestro caso concreto nos vamos a centrar en el apartado de *categorías* ya que es suficiente para cubrir los intereses de nuestra propuesta.

EmotionML resulta adecuado porque facilita un abanico de opciones para seleccionar el vocabulario de emociones más adecuado a los intereses del usuario. Respecto a las categorías este lenguaje de marcado propone hasta 5 vocabularios diferentes:

- El modelo de las seis emociones básicas de *Ekman* (P. Ekman, 1972).
- Un vocabulario basado en las 17 emociones diarias más frecuentes. (R. Cowie, E. Douglas-Cowie, B. Appolloni, J. Taylor, A. Romano, W. Fellenz, 1999).
- Las 22 categorías del modelo OCC (A. Ortony, G. L. Clore, A. Collins, 1988).
- Las 24 categorías del modelo FSRE (J.R. Fontaine, K. R. Scherer, E. B. Roesch, P. C. Ellsworth, 2007).
- Las categorías de Nico Fridja relacionadas con tendencias de acción (N. H. Fridja, 1986)

EmotionML presenta un amplio abanico de posibilidades como por ejemplo representar las emociones a través de probabilidades o indicar la fuente a través de la cual se ha extraído u obtenido una emoción. En base a nuestros objetivos es más que suficiente la categorización simple de las emociones del estudiante por lo que hemos optado por reutilizar el modelo propuesto por (R. Cowie, E. Douglas-Cowie, B. Appolloni, J. Taylor, A. Romano, W. Fellenz, 1999) donde se distinguen hasta 17 emociones comunes. Dado nuestro interés en hacer una clara separación entre emociones positivas y negativas (favoreciendo la similitud semántica entre conceptos que presentamos en 2.2.3) hemos considerado pertinente clasificar las mismas en

dos grupos de acuerdo a como se muestra en la Tabla 1.

Positivo	Negativo
Cariñoso	Asustado
Entretenido	Furioso
Confiado	Aburrido
Conforme	Disgustado
Excitado	Triste
Contento	Preocupado
Interesado	
Encantado	
Satisfecho	
Relajado	
Complacido	

Tabla 1. Agrupación de las emociones en función de si son positivas o negativas.

En la Ilustración 11 se representa como pueden ser utilizadas las diferentes categorías definidas por este modelo.

```
<emotion category-set="http://www.w3.org/TR/emotion-voc/xml#everyday-categories">
  <category name="affectionate"/>
</emotion>
```

Ilustración 11. Representación de la emoción *cariñoso* a través de EmotionML.

En cuanto a la representación de la personalidad de los individuos el lenguaje de marcado *PersonalityML* trata de estandarizar y ayudar a compartir el uso de información acerca de la personalidad de los usuarios en aplicaciones que tienen en cuenta los aspectos psicológicos para la toma de decisiones. En el citado artículo (A. S. N. Nunes, M. Santos Bezerra, J. Adicinéia, 2012) pueden consultarse más detalles sobre esta propuesta. Como aspecto relevante este lenguaje permite definir el modelo de los cinco grandes que vamos a adoptar en nuestro trabajo para representar los diferentes rasgos de personalidad así como una mayor especificación detallada de la composición de estas personalidades. La Ilustración 12 recoge un ejemplo de representación de personalidad empleando el modelo de los cinco grandes. En este trabajo proponemos adoptar una estructura similar para representar las características de personalidad de los diferentes estudiantes ya que no se dispone de acceso a la especificación completa de este lenguaje.

```

<personality>
  <approach name="Traits">
    <model name="Big-Five">
      <theory author="John A. Jhonson"/>
      <inventory test="NEO-IPIP">
        <factors set="Factors NEO-IPIP checks">
          <factor name="extraversion" score="42">
            <facets set="Facets NEO-IPIP checks">
              <facet name="warmth" score="62"/>
              <facet name="gregariousness" score="44"/>
              <facet name="assertiveness" score="13"/>
              <facet name="activity value" score="46"/>
              <facet name="excitement-seeking" score="60"/>
              <facet name="positive-emotions" score="42"/>
            </facets>
          </factor>
        </factors>
      </inventory>
    </model>
  </approach>
</personality>

```

Ilustración 12. Ejemplo de representación de un tipo de personalidad empleando el modelo de los cinco grandes a través de PersonalityML. (A. S. N. Nunes, M. Santos Bezerra, J. Adicinéia, 2012)

### 3.3.5. Rasgos físicos

Los rasgos físicos se integran dentro del superconcepto ‘Estudiante’ y definen las propiedades del individuo, tales como su altura, su peso, su complexión o su tono de piel. Si bien existen diferentes ontologías enfocadas a representar estas propiedades, nos hemos decantado por la ontología *Appearances*<sup>9</sup> la cual permite registrar la siguiente información de interés para nuestros propósitos:

- **Color de pelo** (*HairColor*): para representar el color de pelo del individuo.
- **Color de ojos** (*EyeColor*): para representar el color de ojos del individuo.
- **Raza** (*Race*): para representar la raza del individuo.
- **Tono de piel** (*SkinColor*): para representar el tono de piel.
- **Altura** (*HeightMeasurement*): para representar la altura del individuo.

La información anterior tiene que ser completada con propiedades no contempladas en la ontología *Appearances* como el peso, la complexión o el tipo de cabello.

### 3.3.6. Climatología

Se trata de la ontología *WeatherOntology*<sup>10</sup> que resulta muy interesante para modelar fenómenos atmosféricos. Esta ontología permite representar información muy variada como el fenómeno atmosférico actual, la temperatura o la dirección y velocidad del viento entre otras. Para nuestro caso concreto nos interesa especialmente seguir la misma estructura que la empleada en esta ontología para describir la condición atmosférica (clase *WeatherPhenomenon*)

<sup>9</sup> [http://rdf.muninn-project.org/ontologies/appearances.html#example\\_people](http://rdf.muninn-project.org/ontologies/appearances.html#example_people)

<sup>10</sup> <https://ci.mines-stetienne.fr/seas/WeatherOntology>

en un momento determinado (que quedará representado bajo nuestro contexto espacio-tiempo).

### 3.3.7. Resumen

Para muchos de los conceptos que representa nuestra ontología existen ya definidos recursos ontológicos para su reutilización o extensión. Si bien no es objetivo de este trabajo la reutilización completa de estos recursos sí es importante conocer las estructuras más empleadas en estas ontologías con el propósito de garantizar una cierta interoperatividad entre los distintos componentes de la arquitectura objetivo. En esta sección hemos cubierto la reutilización de conceptos muy importantes ya utilizados en trabajos previos como el modelo de estudiante, la representación de entornos virtuales para la descripción de historias y ontologías para la representación de emociones y personalidades. Existen, sin embargo, muchos otros conceptos asociados a diferentes contextos de nuestra ontología para los cuales no se han podido encontrar especificaciones existentes por lo que nuestra aportación en este trabajo también se extiende a realizar una investigación para el modelado de diferentes contextos a través de ontologías de desarrollo propio. En particular, y como mostraremos durante el proceso de desarrollo ontológico durante el capítulo 5, en este trabajo se consideran cuatro contextos diferentes: el contexto espacio-tiempo, el contexto interpersonal, el contexto académico y el contexto personal. Si bien hemos visto cómo el contexto académico puede extenderse de algunas de las ontologías propuestas en la literatura para la creación de modelos de estudiantes, muchos otros contextos son muy particulares de un sistema recomendador educativo sensible al contexto que integra un módulo de *storytelling*, por lo que para ello ha sido necesario describir y desarrollar nuevas ontologías con el propósito de cubrir estas necesidades.

Finalmente es importante volver a destacar nuestra contribución en este trabajo con la extensión de ontologías ya existentes en especial en el campo del e-learning y en sistemas recomendadores en general. Por ejemplo, nuestra ontología extiende el perfil del alumno con información adicional no contemplada de forma íntegra en la actualidad y que resulta muy interesante, como su inteligencia emocional, sus emociones o su personalidad. Si bien en la literatura se ha observado un creciente interés sobre la gestión y explotación de los aspectos afectivos y de personalidad, en los sistemas recomendadores educativos resulta todavía inédito hablar sobre sistemas recomendadores que representen la inteligencia emocional del individuo. En este ámbito nuestro trabajo se enfoca tanto hacia la gestión de las emociones y los rasgos de personalidad de los estudiantes como su inteligencia emocional. El objetivo final es entender el comportamiento y la manera en la que los alumnos gestionan situaciones de estudio conflictivas con el propósito de ofrecer sistemas de soporte afectivo más completos.

# Capítulo 4

## 4. Arquitectura propuesta

Una de las principales aportaciones de este trabajo es presentar una arquitectura genérica y reutilizable para la integración de aplicaciones educativas de *storytelling* digital dinámico, personalizable e interactivo en plataformas e-learning. A raíz de nuestra investigación hemos detectado que en la actualidad existe un creciente interés en el uso de *storytelling* digital en entornos educativos con el objetivo de facilitar y mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. El objetivo de este *storytelling* digital es combinar diferentes contenidos digitales como textos, fotos, narraciones, música o vídeo para contar o transmitir historias. Como elemento educativo el *storytelling* digital puede suponer un medio de enseñanza y aprendizaje a través del cual transmitir y recibir conocimiento.

En el capítulo 2 de esta memoria introdujimos y revisamos algunos de los elementos clave que componen nuestra arquitectura objetivo, tales como los sistemas recomendadores educativos basados en contexto, los RBC así como algunas ontologías de interés. Además de estos elementos existen otros como la narrativa inteligente, que puede consultarse en el APÉNDICE 2. Narrativa inteligente por computador de esta memoria, de especial utilidad para desarrollar aplicaciones educativas que empleen *storytelling* digital. Nuestro objetivo en esta parte del trabajo es cohesionar los diferentes componentes dando lugar a una arquitectura genérica y reutilizable para el desarrollo de *storytelling* digital.

### 4.1. Modelo de componentes

A continuación detallamos los diversos componentes que forman la arquitectura y finalmente presentamos una visión dinámica de la misma a través de la integración de todos ellos.

#### 4.1.1. Sensores

Se trata de los diferentes componentes con los que se encuentra equipado el sistema y que se encargan de obtener diferente información contextual del usuario. Estos sensores pueden ser desde cámaras o micrófonos (de utilidad para detectar el estado anímico del usuario o su estado emocional) hasta sistemas GPS (para detectar la ubicación exacta del individuo o el clima en esa ubicación), así como otro amplio número de sensores que hoy en día se integran en los diferentes dispositivos inteligentes como medidores de frecuencia cardiaca o de temperatura corporal. Estos sensores resultan muy útiles para obtener información relevante del contexto del usuario en un momento determinado, ya que se encuentran constantemente recopilando y obteniendo información de los diferentes dispositivos inteligentes que equipan el sistema.

Es importante destacar, que debido a la intrusión que pueden provocar estos componentes en la vida personal de los usuarios, es necesario que cualquier aplicación o sistema cuente con

el total permiso y consentimiento de los mismos para la recopilación de esta información de contexto. La información obtenida por los diferentes sensores es facilitada al módulo de análisis de contextos, encargado de procesar y obtener información útil a partir de los datos capturados.

#### 4.1.2. Módulo de análisis de contextos

Este módulo de encarga de analizar los datos recogidos por los diferentes sensores y de inferir información de contexto. En concreto en este módulo se integran los sub-módulos encargados de la detección de emociones y de los factores de espacio-tiempo relevantes para caracterizar el contexto espacio-tiempo del usuario.

El sub-módulo detector de emociones es el encargado de determinar la emoción principal que presenta el usuario del sistema en función de los datos recopilados por los distintos sensores (cámaras, micrófonos, etc). En la revisión llevada a cabo en (Santos, 2016) se presentan distintos trabajos enfocados a emplear distinto tipo de información (textual, visual o sensorial) para la definición de emociones de usuario.

En cuanto al sub-módulo de obtención de factores espacio-tiempo, es el encargado de procesar la información relevante como la estación del año, el clima, la localización o los ruidos alrededor del usuario, y que es extraída a partir de los diferentes sensores del sistema. Hay que resaltar que si bien esta información de contexto espacio-tiempo es prescindible para nuestro sistema recomendador en cuanto a la recuperación de casos, resulta relevante para la adaptación y personalización de las historias.

#### 4.1.3. Módulo de actualización de datos

Ya hemos visto cómo alguna información de usuario y sus contextos puede ser obtenida a través de diferentes sensores que equipan la arquitectura. Sin embargo, existe mucha otra información relevante que no puede ser obtenida a través de este medio. El módulo de actualización de datos es un componente software encargado de la obtención y captación de los cambios producidos en aquella información contextual del usuario que no puede ser obtenida a través de sensores. Los diferentes contextos que introducimos en el momento de desarrollar nuestra ontología resultan clave para nuestro módulo recomendador de historias, ya que la recuperación de las mismas se basa en utilizar información de diferentes contextos (personal, interpersonal y académico). La obtención de esta información contextual no resulta sencilla o posible a través de sensores como se hace para el caso del contexto espacio-tiempo o la detección de emociones.

Cuando un usuario se da de alta en el sistema proporciona determinada información útil para su registro (su estado civil, su fecha de nacimiento, su empleo, etc). Otra información como la personalidad o la inteligencia emocional puede ser obtenida a partir de diferentes *tests* existentes que evalúan estas capacidades y que pueden realizarse en el momento de registrar a un usuario. Sin embargo existe mucha otra información no permanente que forma parte de los distintos contextos y que varía de manera más significativa. Es el caso de la mayoría de la información contextual, como por ejemplo la motivación (puede variar en cuestión de días), la

satisfacción con los estudios o los factores de rendimiento, que resultan muy cambiantes. Este componente utiliza la información de dos componentes básicos del sistema:

- **Interfaz de usuario:** se trata de un componente software fundamental. El estudiante interactúa con el sistema a través de ella y le permite actualizar diferente información de usuario y contextos que no puede ser obtenida por los sensores, o solicitar recomendaciones o sesiones de teatro psicopedagógico. En resumen, la interfaz de usuario supone el enlace de comunicación entre el usuario y el sistema.
- **Log de sistema:** Los archivos de registro del sistema graban cronológicamente todos los eventos o acciones que le afectan. Las interacciones del usuario con el sistema educativo a través del teclado, ratón o pantalla táctil pueden ser utilizadas para deducir nueva información útil sobre el estudiante.

#### 4.1.4. Módulo de perfil de usuario y contextos

El módulo de datos actúa como un sistema de gestión de bases de datos tradicional que almacena el perfil del estudiante, su contexto habitual (que es a su vez la suma de los contextos personal, laboral, académico y familiar) y su contexto actual. El contexto habitual determina cuál es el contexto más representativo del estudiante generalmente. El contexto actual es el contexto que representa la información en un preciso momento. Ambos contextos pueden emplearse por el componente RBC para adaptar las recomendaciones.

Este módulo facilita una interfaz a través de la cual el módulo de actualización de datos presentado anteriormente actualiza el perfil y los contextos del usuario así como la solicitud de recomendaciones. Por otro el módulo de análisis de contextos actualiza la información contextual del usuario que no puede ser obtenida a través de la interfaz de usuario (típicamente hablamos del contexto espacio-temporal y de las emociones). En última instancia este módulo se comunica con el módulo recomendador de historias, en particular con el componente RBC a través de la solicitud de recomendaciones a petición del usuario.

#### 4.1.5. Módulo recomendador de historias

El módulo recomendador de historias es un componente clave en la arquitectura que proponemos. Alberga todo el conocimiento del dominio de *storytelling* en cuestión representado a través de las diferentes ontologías (ontologías *e-learning* y ontologías de representación de mundos virtuales) y la librería de casos resueltos, el componente RBC como mecanismo de recomendación y adaptación de historias y el módulo de narrativa inteligente encargado de generar una historia a partir de una historia base y un conjunto de metadatos que facilitan la personalización tomando en consideración información propia del usuario.

- **Librería de casos**

En nuestro sistema la librería de casos almacena pares de la forma  $((Estudiante, Contexto) \rightarrow Historia)$ . Este módulo facilita una interfaz de recuperación de casos a la que accede el RBC cuando el usuario ha solicitado la recomendación de una historia personalizada (que en nuestro caso podría ser una sesión de teatro psicopedagógico). La recuperación de estos casos permite la comparación de cada caso recuperado con el par  $((Estudiante, Contexto)$  asociado al usuario de la aplicación. En el capítulo 5 de esta memoria veremos que en la prueba de concepto para la representación de los casos nos basamos en una representación formal de la parte de nuestra ontología empleada para aplicar la función de similitud semántica.

- **Componente RBC**

El RBC tiene dos funciones: recuperar de la librería de casos los casos que sean más similares al par descrito por  $((Estudiante, Contexto)$  y adaptar las historias asociadas con el objetivo de garantizar historias personalizadas. Como ya vimos en la sección 2.2.1 el RBC es un enfoque ideal cuando se desconoce cómo construir una solución pero se dispone de experiencia previa en la resolución de casos similares. Nuestra propuesta es reutilizar este conocimiento para obtener una historia solución al par  $((Estudiante, Contexto)$  empleando el concepto de similitud con el conjunto de casos ya resueltos y almacenados en la librería de casos. Este componente se encuentra a su vez dividido en sub-componentes más pequeños y que representamos en la Ilustración 13.

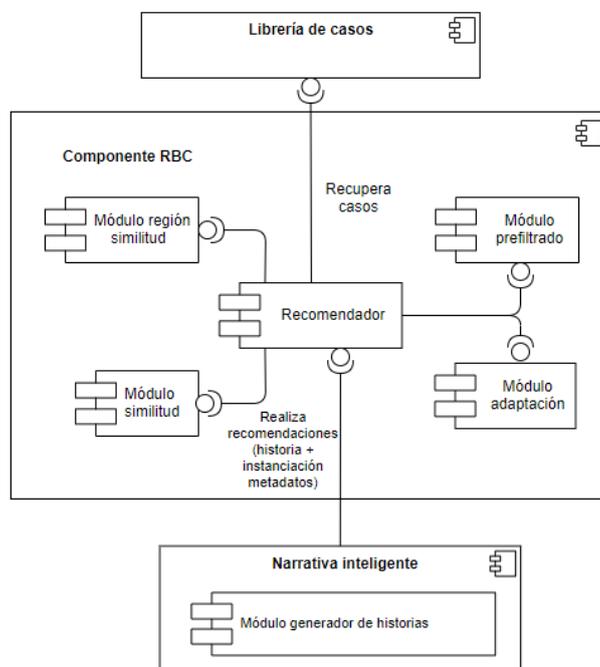


Ilustración 13. Representación de la composición interna del componente RBC

Existe un elemento central que es el recomendador, encargado de recuperar historias de la librería de casos almacenados. Este núcleo del RBC a su vez accede a 4 módulos diferentes encargados de realizar tareas independientes:

- **Módulo de prefiltrado:** Encargado de establecer y determinar qué conceptos serán relevantes para realizar las comparaciones entre casos.
- **Módulo de región de similitud:** Se encarga de determinar la región o regiones de similitud en función del caso base descartando aquellos casos que no conciernen a conceptos en estas zonas de la ontología.
- **Módulo de similitud:** Dado el caso base y un conjunto de casos de la LC (después de realizar el prefiltrado y establecer la región de similitud) se aplican las diferentes medidas de similitud entre pares de casos para establecer la similitud global entre el caso base y los casos recuperados. El caso con mayor similitud es el caso seleccionado como solución candidata.
- **Módulo de adaptación:** Es el componente encargado de adaptar la solución recuperada a la solución objetivo. En particular el módulo de adaptación se encarga de determinar la información del perfil y de los contextos del usuario que es necesaria para personalizar la historia base obtenida como solución. A partir de esta información se instancian los datos necesarios para personalizar la historia. Por ejemplo, si la historia recuperada aparecen como personajes una mascota y un hijo el módulo de adaptación podrá personalizar el tipo de mascota y la información del hijo (edad, características, etc) en función de la información particular del usuario del sistema.
- **Narrativa inteligente:** El módulo de narrativa inteligente accede a través de la interfaz del componente RBC para obtener una historia (recuperada a través del caso más similar) y un conjunto de datos que se corresponden con información personalizada del usuario del sistema. Con esta información este componente es el encargado de generar la historia a través del módulo generador de historias. El componente de aplicación de animación digital accede a través de la interfaz proporcionada por la narrativa inteligente para obtener la historia resultado que será representada a través del módulo que describimos a continuación.

#### 4.1.6. Módulo de animación digital

Se trata del componente hardware que ofrece una interfaz al módulo de narrativa inteligente y cuyo objetivo es animar las historias generadas por dicho módulo. Este módulo es el encargado de facilitar una representación (3D, 2D o incluso películas de realidad virtual) animada de las historias construidas por el módulo recomendador de historias para la visualización de las mismas por parte del usuario del sistema.

### 4.1.7. Integración de componentes

Después de presentar en detalle los diferentes módulos mostramos a continuación la integración de los mismos en la arquitectura propuesta. Hemos empleado para ello la sintaxis UML como método de representación partiendo de la arquitectura presentada en (O. C. Santos, J. G Boticario, A. Manjarrés-Riesco, 2014) que muestra las interfaces de servicio ofrecidas (representadas por el símbolo  $\odot$ ) por cada módulo.

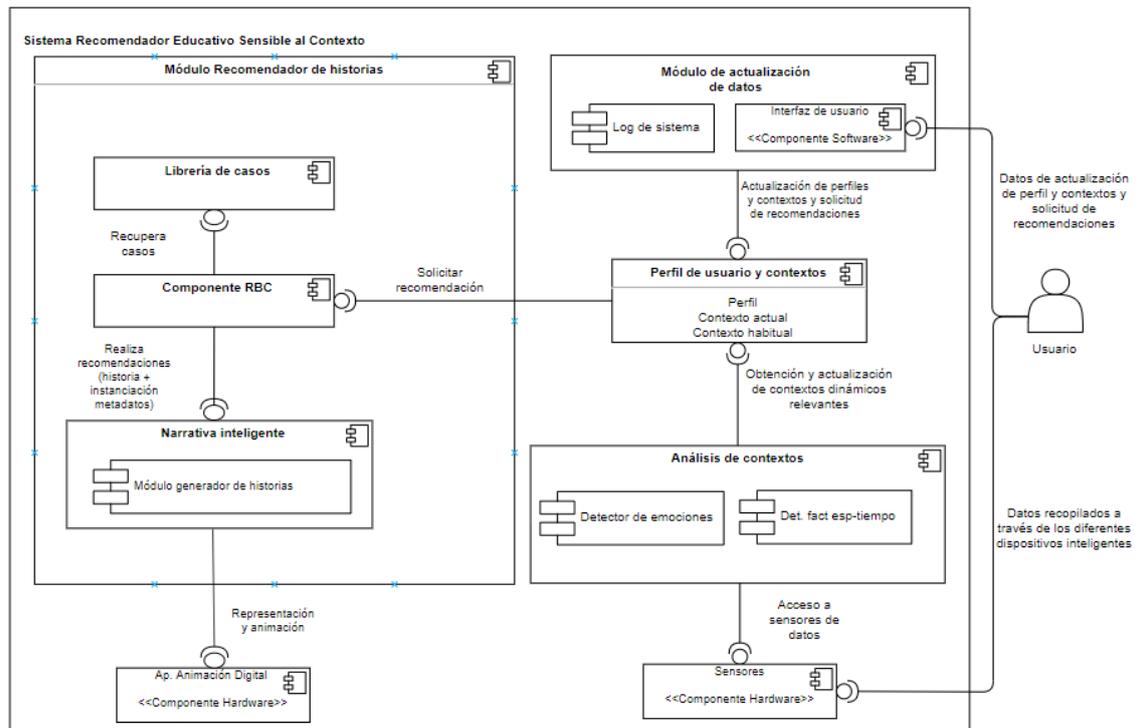


Ilustración 14. Representación de la arquitectura de storytelling digital propuesta

Nótese que en este caso no se ha detallado el componente RBC (que ya representamos en la Ilustración 13).

### 4.2. Diagrama de procesos

Empleando la notación gráfica BPMN (*Business Process Model and Notation*) vamos a detallar de manera gráfica el funcionamiento de la arquitectura global en su conjunto. En la Ilustración 15 puede observarse este diagrama de procesos con la correspondiente explicación del rol de cada uno de los componentes.

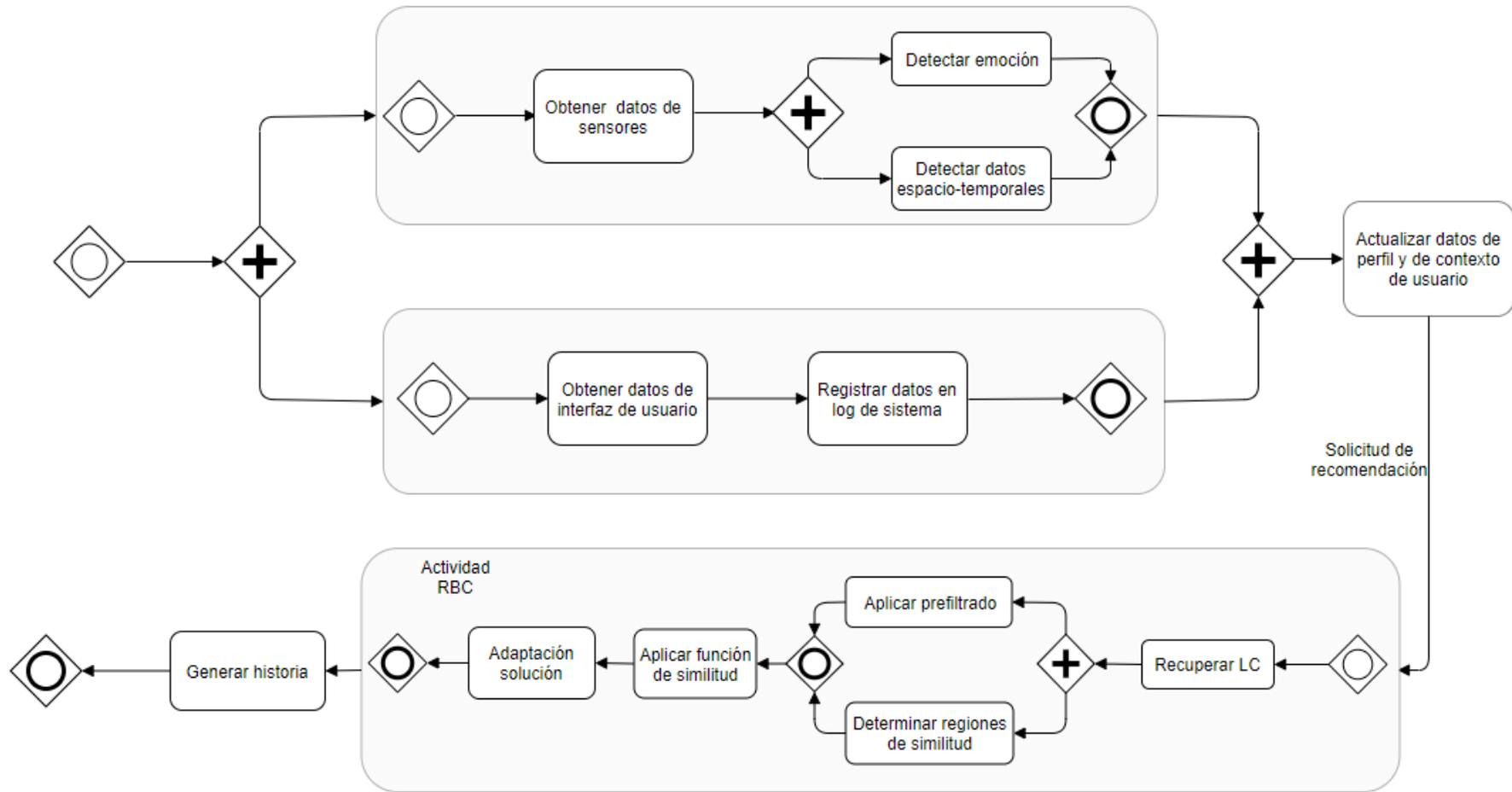


Ilustración 15. Especificación del funcionamiento de la arquitectura través de la notación BPMN.

El sistema registra continuamente a través de los sensores información espacio-temporal del usuario (su posición, ruidos alrededor, clima, temperatura ambiental, etc) así como otra información que el usuario puede actualizar en el sistema a través de la interfaz de usuario. A partir de la información sensorial el sistema está dotado de componentes software (módulo de análisis de contextos) capaces de determinar la emoción actual del usuario así como otra información contextual obtenida mediante el registro de las interacciones de teclado, ratón y pantalla táctil que el sistema guarda y procesa. A partir de la información recibida a través de los sensores y el log de registro, y procesada por el módulo de análisis de contextos, y la información obtenida a través de la interfaz de usuario se actualiza la información del usuario. De esta manera se actualizan tanto la emoción asociada al estudiante o su posición como otra información que el usuario haya proporcionado a través de la interfaz del sistema. Una recomendación puede ser solicitada por el propio alumno a través de la interfaz de usuario o bien a través de la identificación de situaciones en las que el alumno necesita una recomendación, que puede ser detectada por medio de un sistema experto en intervención pedagógica.

El módulo de actualización de perfil de usuario y contextos emite peticiones al módulo recomendador de historias. El componente RBC es el encargado de recibir la orden y poner en marcha el proceso de recomendación, que comienza con la recuperación de todos los casos pertinentes de la librería. El primer paso del RBC es construir el caso en base a la información del usuario y su contexto prefiltrando para ello solo los conceptos y/o atributos que son necesarios tanto para aplicar la función de similitud como para personalizar posteriormente la historia. De manera paralela a esta actividad el RBC define las regiones de similitud pertinentes para obtener de la librería de casos solo aquellos que están definidos en la misma área taxonómica, obteniendo así el subconjunto del total de casos disponibles que se pueden considerar semánticamente más cercanos, al compartir determinadas características. Sobre este subconjunto el RBC aplica la función de similitud, y el caso más similar (con mayor grado de similitud) es recuperado y se somete al proceso de adaptación por parte del RBC.

El proceso de adaptación consiste en obtener la solución al caso personalizando la solución. En nuestra prueba de concepto asumimos que la solución está compuesta por una historia digital animada y un conjunto de metadatos que identifican los datos parametrizables para adaptar la historia de acuerdo a la información propia del usuario de la aplicación. Estos datos se identifican con atributos del perfil del estudiante y su contexto. Tras la adaptación el último paso es facilitar la solución construida al componente de narrativa inteligente encargado de generar la historia digital animada interactiva personalizada reproducible mediante la aplicación de animación digital.

# Capítulo 5

## 5. Prueba de concepto

La realización de la prueba de concepto persigue dar validez a nuestro estudio y mostrar un pequeño ejemplo de cómo un SREASC recuperaría historias almacenadas teniendo en cuenta información contextual y de perfil del alumno. Para ello hemos implementado un pequeño prototipo que simula el funcionamiento de un sistema de *coaching* afectivo mediante *storytelling* que tiene por finalidad recomendar la virtualización de una historia en sintonía con el contexto actual del alumno así como de proporcionar sesiones de teatro psicopedagógico donde el alumno puede seleccionar una historia entre un conjunto de historias personalizadas que se van generando de manera automática según el sistema va registrando contextos de estudio frecuentes. Para la realización de las recomendaciones el prototipo se basa en un conjunto de casos almacenados que han sido obtenidos a partir del análisis exhaustivo tanto de los vídeos grabados en el taller “Atrapasueños” como de los datos recogidos a través de la encuesta publicada. Los enfoques de ingeniería de requisitos presentados en la sección 3.1 han sido especialmente importantes durante el desarrollo de este prototipo. Por un lado nos han ayudado a identificar atributos relevantes de los estudiantes y de su contexto para la recuperación de casos. Por otro lado han sido útiles para recoger datos con los que poblar la ontología que aquí desarrollamos. Durante la primera parte de este capítulo nos centramos en el análisis de esta fase de ingeniería de requisitos a través de la cual extraemos información importante para el desarrollo de nuestra ontología.

En el apartado de experimentación detallamos los objetivos perseguidos por esta. En concreto explicamos la definición de los casos, cómo poblamos la ontología empleando para ello los vídeos del taller y los resultados de la encuesta, y presentamos las regiones de similitud que hemos considerado en nuestra experimentación con el propósito de reducir el conjunto total de casos a aquellos que son semánticamente más similares en función de algunos conceptos relevantes detectados durante el análisis de la fase de ingeniería de requisitos. Seguidamente presentamos nuestra función de similitud detallando de manera particular como la comparación entre cada par de conceptos y/o atributos es aplicada en función de cada tipo de dato concreto. Durante la última parte de este capítulo mostramos el total de 12 experimentos que hemos llevado a cabo para evaluar la precisión y calidad de las soluciones obtenidas por el prototipo desarrollado. Finalmente concluimos el capítulo presentando las conclusiones extraídas de la realización de esta prueba de concepto.

### 5.1. Ingeniería de requisitos

Como ya vimos en la sección 3.1 nuestro enfoque de ingeniería de requisitos para la elicitación de conocimiento se centra en el propio estudiante y hemos optado por utilizar dos técnicas bastante novedosas y diferentes a las convencionales: la utilización de talleres de teatro psicopedagógico y la publicación de una encuesta. Como ya hemos comentado a través de estos enfoques hemos podido detectar atributos de perfil de usuario y contextos de especial

interés así como obtener datos para la población de nuestra ontología. Además, a través del análisis tanto de los talleres como de la encuesta hemos podido observar diferentes patrones en los datos que permiten agrupar a los estudiantes de acuerdo al perfil y contextos de estudio similares. Tal y como veremos existen determinados atributos del perfil del estudiante (como por ejemplo la edad o si tienen o no hijos) así como algunos contextos particulares donde las situaciones descritas o la problemática presentada por los alumnos refleja una alta similitud.

A continuación presentamos de forma más exhaustiva la información recopilada tanto a través de los vídeos del taller como de la encuesta. En el apartado de conclusiones detallamos asimismo algunas de las situaciones de estudio habituales que suelen presentarse en el ámbito de la educación a distancia.

### **5.1.1. Análisis de vídeos del taller “Atrapasueños”**

Disponemos de un total de 11 historias grabadas por el CEMAV (Centro de medios audiovisuales de la UNED) donde cada una se divide en dos vídeos: un vídeo correspondiente a la entrevista entre el director y el alumno narrador, donde este describe una situación destacada que de forma habitual se presenta en sus estudios, y otro vídeo asociado con la representación de la escena descrita por parte de los actores del grupo de teatro Impronta. Con el propósito de ilustrar la utilidad de cada uno de estos vídeos en esta sección hemos realizado el análisis de una de las descripciones transcribiendo la acción y los diálogos correspondientes. Posteriormente, tras el análisis del vídeo seleccionado mostramos un ejemplo de cómo esta información resulta muy útil para representar una instancia de la ontología. Volvemos a destacar que los vídeos grabados no solo han sido útiles de cara a obtener instancias de la ontología para nuestra prueba de concepto, sino que en combinación con la encuesta desarrollada nos ha permitido identificar atributos de perfil de usuario y contextos de estudio con dimensión afectiva relevantes para el diseño de un SREASC.

En la Ilustración 16 se muestra un fotograma de la preparación del taller “Atrapasueños”. Durante esta preparación se concertó una reunión con el grupo de teatro espontáneo “Impronta” con el propósito de explicar cuál es la problemática de la UNED y compartir documentación relevante sobre el perfil de los estudiantes. En la Ilustración 17 se muestra otro fotograma que representa la entrevista entre la directora (Alejandra Barbarelli) y un participante del público asistente al taller. Durante esta entrevista Barbarelli realiza preguntas al alumno para que este se anime a compartir sus vivencias personales. Estas vivencias son posteriormente escenificadas por parte de los actores tal y como puede observarse en la Ilustración 18.



Ilustración 16. Preparación del taller "Atrapasueños" a cargo de Alejandra Barbarelli.



Ilustración 17. Un fotograma que representa la entrevista entre la directora y uno de los participantes.



Ilustración 18. Escenificación de la escena por parte de los actores de Impronta después de obtener los contextos de estudio más relevantes del participante.

- **Descripción de la situación**

El vídeo se titula “Aprovechando el tiempo” y recoge las vivencias de un varón de mediana edad, casado y con una hija pequeña. A continuación transcribimos los diálogos durante la entrevista entre el alumno (AN) y Alejandra Barbarelli (AB).

AB. - Quieres contarnos en tu caso esa segunda carrera.

AN. - Sí, estoy trabajando y como bien sabes ya que hemos coincidido anteriormente...

Alejandra le interrumpe haciendo referencia al resto del grupo

AB. – Sí, pero así los demás... Hemos coincidido en la misma oficina sí...

AN. – Pues es literatura Española y es un *hobbie*, no es un tema laboral aunque lo mismo dentro de unos años le veo una salida. Lo mismo puede ser enseñando Español por ahí dando vueltas por el mundo (se ríe).

AB. – Cuéntanos cuál es tu primera carrera y...

El narrador le corta y prosigue con su narración.

AN. – Yo estudié derecho y económicas y trabajo en cosas de informática y es un poco ensimismante. Justo hace cosa de dos años tuve una niña pequeña y es curioso porque cuando empiezas a tener responsabilidades dices ‘*Buah, todo el tiempo que he tirado que no he aprovechado para hacer lo que me apetecía*’. Y entonces fue cuando dije que me apetecía mucho la idea de crear un esparcimiento en paralelo y como en ir y volver de trabajar tardo una hora en metro saco dos horas al día. Digamos que esto no es una carrera muy seria, es decir es seria pero es en plan leer novelas, un poco ‘*cultureta*’. Entonces esa es un poco la idea, aprovecho la primera hora de metro en vez de estar mirando las musarañas. Te haces muy consciente del

tiempo cuando tienes una niña pequeña y piensas que cada minuto es muy preciado entonces me he vuelto muy obseso en plan aprovechar cada minuto en plan tetris y entonces por eso estudio en el metro salvo que me encuentre a alguien. Por ejemplo si me encuentro a Alejandra en el metro tengo que hablarle...

Alejandra se ríe y matiza:

AB. – Pero también nos ha pasado de que le digo ‘¿Qué estás estudiando?’ y entonces me cuenta y hablamos sobre ‘La Celestina’. Historias culturales y que van saliendo.

AN. – Sí, es entretenido porque te aumenta mucho el horizonte y luego es para tener más hobbies y aparte como a mi familia siempre le han gustado esas cosas mi madre es profesora de literatura pues no voy a ser menos ¿no?, y esto aumenta el gen competitivo. Y comparto lo que decía el compañero y la compañera también de que es estupendo, tienes todo el material a mano, es como meterte en un mundo y lo tienes todo muy bien detallado. Yo casi lo prefiero a clases presenciales porque eliges las cosas que quieres mirar. Y luego tampoco es especialmente caro. No sé si...

Alejandra le interrumpe en busca de obtener más información relevante sobre el contexto del alumno

AB. – En tu caso tú estudias con tu...

El alumno prosigue

AN. – Además mi mujer también hace lo mismo. Nos hemos apuntado en paralelo y así tienes un poco de interacción. Ella es guionista entonces le viene muy bien porque es muy imaginativa pero le faltan conocimientos. Que quizás tener conocimientos no te da más creatividad, pero si los combinas es buena cosa. Yo no soy muy imaginativo pero me gusta ver lo que han hecho otros.

AB. – Bien, bien. ¿Estudian juntos en general o...?

AN. – No, no. Nos vamos turnando, cojo a la niña, me voy de paseo y ella estudia. Luego nos intercambiamos.

AB. – Y después comentan sobre materiales o algo así

AN. – Sí, a veces comentamos algo. Incluso intentamos copiarnos pero una vez nos copiamos y nos pillaron. No se pueden copiar los trabajos.

Todo el mundo se ríe.

AB. – Esta es la solución que encontraron para no estudiar solos, conseguir a otra persona que estudie.

- **Instancia de la ontología**

Mostramos en la Tabla 2 un ejemplo de como a raíz de la anterior entrevista entre Barbarelli y el alumno podemos extraer algunos atributos relevantes para nuestra ontología, en concreto aquellos que son necesarios para la aplicación de la función de similitud que proponemos en este trabajo, así como para definir una instancia. Algunos datos han sido completados con información inventada pero garantizado que esta sea plausible y coherente.

Concepto	Atributo	Valor
Estudiante	Edad	40
	Sexo	H
Estado anímico		Alto
Inteligencia emocional	Atención	30
	Apertura	34
	Reparación	30
Personalidad	Apertura	30
	Conciencia	75
	Extraversión	80
	Agradabilidad	90
	Neuroticismo	90
Estado anímico		Alto
Factor familiar		Cuidar de los hijos
Contexto interpersonal	Número de hijos	1
	Estado civil	Casado
Emoción		Encantado
Contexto personal	Empleado	Sí
	Situación ante estudio	Positivo
Motivación		Hobbies/Cultural
Dedicación		Baja
Estudios		Humanidades
Satisfacción		Tremendamente satisfecho
Lugar estudio		Medio de transporte

**Tabla 2. Ejemplo de una instanciación ontológica a partir de los datos inferidos de uno de los vídeos del taller.**

Si bien algunos de los datos han sido completados de manera ficticia gran parte de la información de la tabla anterior ha sido inferida a partir del vídeo. Por ejemplo, a través de la entrevista entre el alumno y Barbarelli podemos deducir los estudios que cursa el estudiante, su satisfacción, donde estudia de manera habitual, cuál es el factor de rendimiento principal que afecta a su rendimiento académico, etc.

### 5.1.2. Análisis de la encuesta

En la encuesta participaron un total de 90 estudiantes que respondieron a los 10 bloques de preguntas que detallamos en la sección 3.2.2 de esta memoria. En este punto hay que reconocer que la muestra recogida es pequeña y que en un proyecto de desarrollo definitivo de un SREASC resultaría imprescindible recoger una mayor cantidad de datos. No obstante la muestra recogida es bastante significativa y suficiente para la realización de nuestra prueba de concepto.

Una vez cerramos la encuesta llevamos a cabo una breve fase de análisis con el fin de conocer un poco más el perfil del encuestado. Con el objetivo de resumir brevemente los resultados que hemos obtenido presentamos en la Tabla 3 algunos datos de interés derivados del análisis de las respuestas.

- **Datos generales**

Sexo	Estado civil	Edad media	Estudios previos	Hijos
Mujer (34.1%)	Casado (36.6%)	35.6	Sí (58.8%)	Sin hijos (78.8%)
Hombre (65.9%)	Soltero (62.2%)		No (31.1%)	Algún hijo (32.2%)
	Divorciado (1.11%)			

**Tabla 3. Algunos datos estadísticos sobre la población encuestada.**

La edad media es alta (un rasgo característico de los estudiantes a distancia) y también podemos observar como un alto porcentaje de los encuestados está casado y tiene algún hijo. Un alto porcentaje de los encuestados ya cuenta con unos estudios universitarios previos.

- **Estudios**

A través de la Ilustración 19 representamos algunos contextos asociados al estudio. Por ejemplo, en la representación podemos observar que la dedicación al estudio por parte del grupo de estudiantes es baja o muy baja (casi el 50%, lo cual se puede deber a que el estudiante a distancia combina sus estudios con otras responsabilidades familiares/laborales). En cuanto a los medios de estudio observamos como el ordenador, los libros o los apuntes de papel son por lo general los medios más empleados para estudiar. Otra característica importante es el grado de satisfacción de los estudiantes. En general a la vista de los resultados se puede decir que los mismos están satisfechos con sus estudios y que muy pocos (apenas el 18%) se encuentran insatisfechos.

En cuanto a los lugares de estudio por lo general parece que los encuestados realizan sus estudios típicamente en su casa (más del 80%). Los que emplean el medio de transporte para estudiar suelen hacerlo en el autobús, en el tren o en el metro. Sin embargo resulta curioso

como un porcentaje bajo aprovecha estos viajes para estudiar (apenas llegan al 6.7% de los encuestados).

• **Factores de influencia en el estudio**

En la encuesta también incluimos tres grupos de factores que pueden tener una influencia importante en el estudio para un alumno que cursa estudios a distancia. Se trata de factores relativos al tiempo (las razones por las que el estudiante tiene menos tiempo para estudiar), factores que afectan al rendimiento (que es lo que hace que el alumno rinda por debajo de sus posibilidades) y factores relacionados con los afectos (aquello que afecta al estado emocional del estudiante). En las tablas Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6 resumimos algunos de los resultados obtenidos.

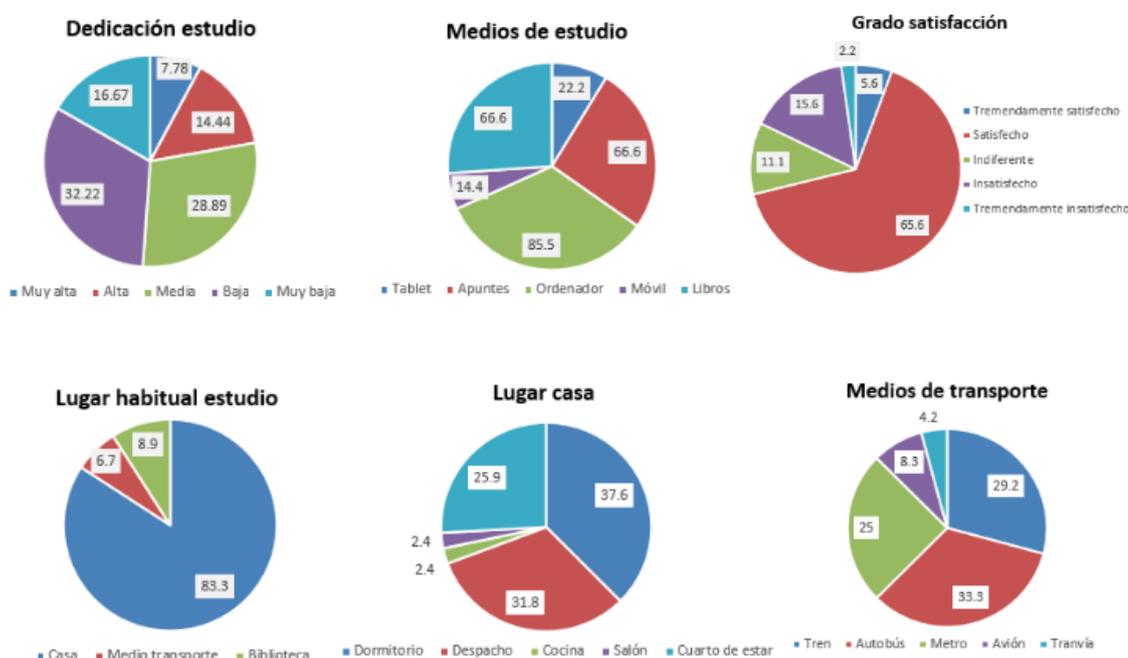


Ilustración 19. Representación de datos asociados al estudio de los encuestados.

Factores de tiempo	Porcentaje
Las responsabilidades laborales	72.2%
Las responsabilidades familiares	72.2%
La dedicación a otras actividades o hobbies personales	38.8%
Las tareas del hogar	30%

Tabla 4. Factores de tiempo más influyentes de manera descendente

Las responsabilidades laborales y familiares poseen una gran importancia en cuanto a las limitaciones de tiempo a las que estos estudiantes hacen frente; sin duda algo muy representativo del perfil del estudiante a distancia.

<b>Factores de rendimiento</b>	<b>Porcentaje</b>
La falta de apoyo y seguimiento docente	70%
La falta de materiales de estudio adecuados	46.6%
La carencia de contacto personal con compañeros que realizan los mismos estudios	41.1%
La falta de un entorno de aprendizaje virtual adecuado (campus virtuales, foros, etc)	35.5%
Una escasa formación previa en algunas asignaturas	32.2%
La no disponibilidad de un sitio adecuado para el estudio	15.5%

**Tabla 5. Factores de rendimiento más influyentes de manera descendente**

En cuanto al rendimiento la mayoría de los encuestados señala que la falta de apoyo y de seguimiento docente a veces es clave para entender el rendimiento de los alumnos. La falta de materiales adecuados o la no existencia de un contacto físico con los compañeros también son factores destacados.

<b>Factores afectivos</b>	<b>Porcentaje</b>
El estrés generado por una alta carga de trabajo académico	56.6%
El estrés generado por el trabajo	51.1%
Los problemas personales	45.5%
Los nervios ante la proximidad de un examen o una entrega	37.7%
La falta de progreso en los estudios	31.1%
La obtención de malos resultados académicos	23.3%
La escasez de dinero para continuar con los estudios	14.4%

**Tabla 6. Factores afectivos más influyentes de manera descendente**

El estrés juega un importante papel para entender el universo afectivo del estudiante a distancia. En este caso los estudiantes en su gran mayoría tienen que combinar sus estudios con su trabajo, lo cual puede llegar a producir periodos de estrés (a su vez relacionado con la escasez de tiempo). También destaca cómo la falta de dinero no suele ser un factor decisivo. La gran mayoría de estos estudiantes suelen ser solventes económicamente ya que poseen una fuente de ingresos propia y no dependen tanto de una financiación familiar o externa.

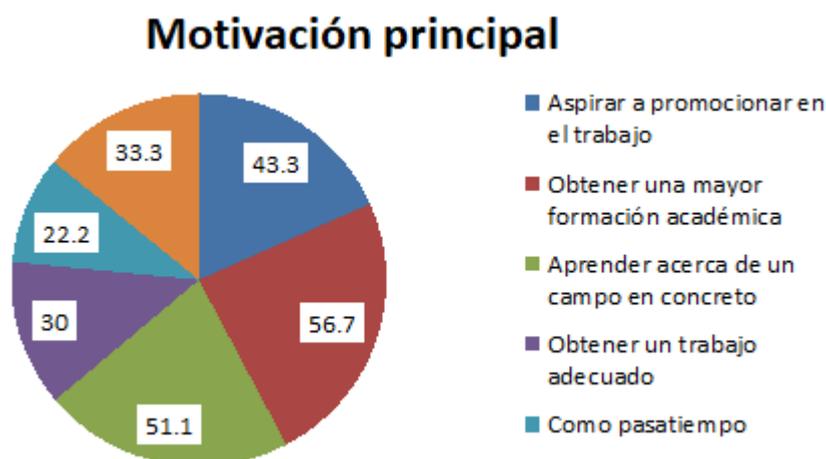
- **Motivaciones y ánimos**

La motivación y ánimo frente al estudio son cruciales en estudios a distancia. En particular, el ánimo es una componente crítica ya que puede verse influido por diferentes factores de la vida personal del alumno como, por ejemplo, la compatibilidad el estudio con el trabajo o las obligaciones familiares. También resulta importante entender cuáles son las motivaciones que mueven a este perfil de alumno a realizar estos estudios cuando, en muchos casos, ya posee unos estudios previos. Con tal fin en la encuesta hemos recogido diferente información que a continuación presentamos.

La primera pregunta se asocia con la motivación. La pregunta que se formuló a través del cuestionario fue la siguiente:

*“¿Cuál es su principal motivación para emprender unos estudios a distancia?”*

En la Ilustración 20 representamos los resultados obtenidos a través de los 90 encuestados.



**Ilustración 20. Motivación principal del alumno para cursar estudios a distancia.**

Llaman especialmente la atención tres cosas; en primer lugar, que más del 56% de los encuestados busca obtener una mayor formación académica, es decir, en muchos casos ampliar sus estudios (muchos de estos alumnos ya poseen una titulación académica previa). Por otro lado un gran número de encuestados busca también aprender acerca de un campo en concreto, esto es, este perfil de estudiante se mueve también por la curiosidad y por el anhelo de seguir aprendiendo nuevas cosas. Finalmente cabe también resaltar que un 22.2% de los encuestados dice estudiar como un pasatiempo. Este dato es curioso, así en los estudios presenciales es difícil encontrar estudiantes que decidan cursar unos estudios como un pasatiempo o simplemente movidos por el interés de aprender.

Finalmente presentamos la disposición anímica del grupo de encuestados frente al estudio. La pregunta formulada fue la siguiente:

*“Antes de comenzar el estudio, ¿cuál de las siguientes es la situación más habitual en su caso?”*

Los resultados pueden observarse en la Ilustración 21.



Ilustración 21. Situación anímica del estudiante antes de comenzar el estudio.

Si bien en general se observa cómo los estudiantes parecen afrontar el estudio de manera positiva, enérgica y con ganas, existen algunos factores importantes a tener en cuenta que pueden afectar al rendimiento como la apatía, el cansancio o la ansiedad.

### 5.1.3. Conclusiones

La encuesta publicada, así como el taller “Atrapasueños”, nos han permitido obtener una gran cantidad de información variada y muy útil para comprender la casuística y el universo (tanto afectivo como personal) del estudiante a distancia. En la sección previa hemos introducido algunos de los resultados más relevantes obtenidos a través de los 90 estudiantes que participaron en la encuesta. Muchas de estas respuestas describían situaciones de estudio bastante similares por lo que estas se han agrupado en aras de identificar patrones o perfiles de estudiante que se repiten. En base a estos resultados hemos observado lo siguiente:

- El 8% de los encuestados estudia de manera habitual en la biblioteca. Un 71% de las personas de este grupo destaca como problema fundamental del estudio en la biblioteca que es un lugar carente de silencio lo cual afecta significativamente a su jornada de estudio. Las personas de este grupo poseen un perfil de gente bastante joven (edad media de 26 años) que considera que el ruido y las distracciones suelen ser los factores que más afectan a su estudio en la biblioteca.

- Las obligaciones familiares también son muy importantes. Casi el 20% de los encuestados describen situaciones de estudio donde algún miembro de la familia interrumpe la jornada de estudio. Se trata de gente de edad ya más avanzada (edad media de 40 años) y normalmente casados y con hijos. Aquellos que poseen niños (el 56% de este grupo) suelen describir que el cuidado de estos supone un esfuerzo extra en combinación con el estudio. Los

alumnos de este grupo destacan que las responsabilidades familiares afectan decisivamente al rendimiento académico.

- El tiempo es también muy importante para algunos de los encuestados (el 6% de los encuestados hace referencia a la falta de tiempo como factor clave para justificar un mal rendimiento académico). En particular, el paso de este o no lograr una gestión óptima del mismo es algo que preocupa y afecta a estos estudiantes. Nótese que el concepto de tiempo es una consecuencia de algunas responsabilidades como pueden ser las familiares o laborales, si bien estos estudiantes destacan la falta de tiempo en general como el factor principal.

- Los factores académicos son también muy recurrentes de acuerdo a los resultados de la encuesta (el 20% de los encuestados hacen referencia a ellos). Algunas de las situaciones más destacadas son problemas con el personal docente, la falta de conocimientos previos o la gran acumulación de trabajo. Se trata de situaciones que afectan a cualquier tipo de estudiante, independientemente de su situación personal y edad.

- Los factores laborales se relacionan con problemas relacionados con el mundo laboral, como el desempleo, el estrés laboral o la necesidad de dejar el estudio debido a una exigencia laboral (por ejemplo, una urgencia o estar de guardias). El 6% de los encuestados destaca el factor laboral como el factor principal de rendimiento en sus estudios.

- El ruido y la concentración son también un aspecto muy destacado por los encuestados. Casi un 10% de los estudiantes considera que se distrae con facilidad y que el ruido le afecta de manera decisiva durante la jornada de estudio. Las situaciones más habituales que describen son las interrupciones por una llamada telefónica, las interrupciones o ruidos producidos por algún miembro de la familia, o los contratiempos que se producen durante el estudio y que tienen que ser atendidos de forma inmediata.

- La satisfacción personal es algo muy positivo que refuerza la autoestima y la autocomplacencia del estudiante. La obtención de buenos resultados académicos, la comprensión de un nuevo concepto o la visualización de un progreso en el estudio suponen una motivación extra para los estudiantes a distancia. Uno de los aspectos más llamativos de los resultados obtenidos por los estudiantes que describen situaciones de este tipo (alrededor del 8%) es que la gran mayoría de ellos asegura estudiar, entre otras razones, por pasatiempo y movidos por un interés de crecimiento personal.

El análisis de estas siete situaciones más recurrentes obtenidas en la descripción de situación de estudio típica por parte de los encuestados ha sido de una gran utilidad, ya que a la postre nos ha permitido perfilar diferentes contextos. Estos contextos se verán en mayor detalle en el apartado 5.2 de la memoria cuando se describa el desarrollo de la ontología. En el apartado relativo a la experimentación de este capítulo emplearemos de manera más rigurosa algunas de las estadísticas aquí mostradas para la definición de diferentes regiones de similitud muy útiles para el desarrollo de nuestro prototipo.

## 5.2. Desarrollo de la ontología

Como ya adelantamos en 3.2.7, para el desarrollo de la ontología hemos seguido tanto la metodología UPONLite (A. De Nicola, M. Missikoff, 2016) como la metodología NeOn (Figueroa, 2010). La metodología NeOn ha sido empleada para el análisis y estudio de diferentes ontologías de interés con el objetivo de garantizar la reutilización e interoperatividad de algunas de las estructuras de datos presentes en las mismas tal y como presentamos en 3.3. La metodología UPONLite se aplicó a posteriori con el objetivo de completar la ontología. Esta metodología define 6 pasos como puede observarse en la Ilustración 22 y que se describen a continuación.

**Paso 1 - Terminología de dominio:** En este paso se listan todos los términos que caracterizan el dominio.

**Paso 2 – Glosario de dominio:** Los términos del paso anterior se asocian con una descripción textual y se detectan posibles sinónimos.

**Paso 3 – Taxonomía:** Los términos del dominio se organizan y representan en un jerarquía de relaciones de generalización/especialización.

**Paso 4 – Predicación:** Se identifican términos del glosario que representan propiedades y se conectan con las entidades que caracterizan.

**Paso 5 – Merónimos<sup>11</sup>:** Identificación de nombres de entidades complejas conectadas con sus componentes, siendo necesario que todos los nombres aparezcan en el glosario.

**Paso 6 – Ontología:** En este último paso se produce la codificación formal de la ontología empleando el lenguaje OWL, que representará todo el conocimiento conceptual adquirido en los cinco pasos previos.

Existe una cierta dependencia entre algunos de los pasos, a excepción de los pasos 3, 4 y 5, que se pueden realizar de forma paralela. El esquema secuencial de la metodología permite que un determinado paso  $n$  pueda proporcionar un *feedback* útil para la mejora de pasos previos, así como enriquecer el desarrollo de los pasos sucesores. En nuestro caso concreto vamos a prestar mayor atención a los pasos 3, 4, 5 y 6 de la metodología propuesta, los cuales detallamos a continuación.

---

<sup>11</sup> Un merónimo es un término que denota una parte de algo pero que se emplea para hacer referencia al término completo. Por ejemplo, *caras* cuando se emplea para referirnos al número de personas que estamos viendo en un momento concreto.

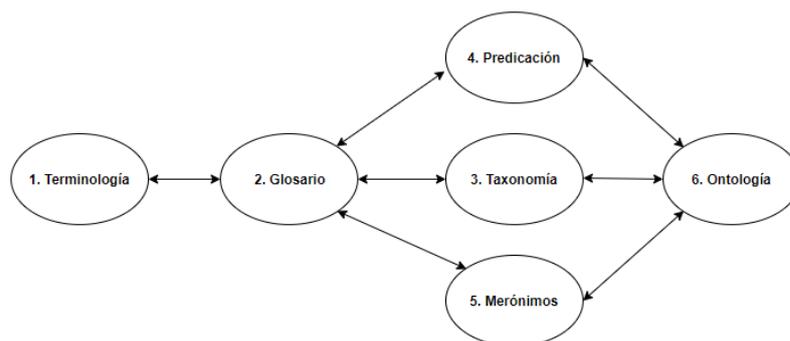


Ilustración 22. Secuencia de pasos de la metodología UPON Lite.

Cabe señalar que la ontología desarrollada no se emplea con un motor de inferencia debido a su ineficiencia en una aplicación en tiempo real como es el caso de un SREASC. Por lo tanto, nuestra ontología tendrá la finalidad de aportar una representación formal de todo el conocimiento de nuestro dominio durante las fases de análisis y diseño.

### 5.2.1. Nivel taxonómico

Los dos primeros pasos de la metodología se encargan de obtener la terminología del dominio y exhibir una organización jerárquica muy simple de los mismos. Sin embargo estos conceptos esconden una organización conceptual muy valiosa que puede ser empleada para el desarrollo de una jerarquía de términos. Esta jerarquía, comúnmente conocida como taxonomía, representa el esqueleto de una ontología y su desarrollo puede suponer distintos retos ya que requiere un buen nivel de conocimiento del dominio y un esfuerzo en el modelado del mismo puesto que no solo deben de identificarse las relaciones *ISA* existente entre los términos sino que también deben de introducirse conceptos que rara vez se utilizan en el día a día pero que pueden ser extremadamente útiles en la organización del conocimiento.

El desarrollo de este paso supone obtener un *feedback* muy valioso para los dos pasos previos ya que la construcción de la taxonomía es una buena manera de validar la terminología y el glosario construido así como de extender este con nuevos términos que puedan ser necesarios para representar el conocimiento.

La construcción de la taxonomía a partir del listado de conceptos y glosario de términos puede resultar compleja. Es un paso que requiere valorar diferentes perspectivas y opiniones que ayuden a la creación de grupos de términos bien definidos que se relacionan entorno a un concepto más general cuya identificación tampoco resulta sencilla.

En nuestro enfoque existen tres conceptos superiores para definir una instancia: el estudiante (con su información de perfil más sus rasgos físicos, sus rasgos de personalidad, etc), el contexto (a su vez dividido en cuatro contextos diferentes) y la historia (que contendrá un conjunto de metadatos que identifican a los datos personalizables y una historia digital animada).

En el apartado 5.2.4 profundizaremos en la descomposición de estos tres conceptos y en cómo se relacionan entre sí. Para más detalle del nivel taxonómico de nuestra ontología consúltese la tabla presentada en el APÉNDICE 3. Nivel taxonómico.

### 5.2.2. Nivel de predicación

Este paso se asemeja a una actividad de diseño de bases de datos, ya que se centra en las propiedades que caracterizan a las entidades relevantes. El objetivo de este paso es identificar propiedades atómicas (PA) y propiedades complejas (PC). Las PA son campos simples que representan una cualidad (por ejemplo, el precio de un objeto) mientras que las CP poseen una estructura interna para representar componentes (por ejemplo una dirección que está compuesta a su vez por la calle, la ciudad y el código postal). Cuando una propiedad hace referencia a otras entidades hablamos de propiedades de referencia (PR) que en una base de datos sería el papel desempeñado por una clave foránea.

Este paso requiere de la toma de diversas decisiones tales como la forma de representación de las propiedades (si considerarlas objetos atómicos o complejos), el tipado de las mismas (si son cadenas, números enteros o booleanos) y la cardinalidad de las restricciones.

### 5.2.3. Nivel de pertenencia

Este paso se centra en la estructura “arquitectural” de las entidades de negocio o partes de las entidades compuestas mediante la obtención de su descomposición jerárquica (o una parte de ella). Para ello se analizan la estructura y los componentes de una entidad creando una jerarquía basada en relaciones *parte de* (o su inversa, *tiene parte*). Esta jerarquía resulta especialmente importante en ingeniería y producción cuando se trabaja con entidades complejas. El objetivo no es otro que producir una descomposición de los componentes en partes y subpartes hasta alcanzar componentes elementales que no pueden ser más descompuestos (representando objetos atómicos).

Una de las dificultades de este paso es decidir si una relación jerárquica es una relación de tipo ISA o *parte de*. Otra dificultad radica en la distinción de una relación *parte de* de una propiedad.

### 5.2.4. Nivel ontológico.

Con las salidas de los pasos previos se puede desarrollar el producto final, esto es, la ontología mediante la recopilación de todo el conocimiento adquirido. En este nivel también se formalizan la representación de restricciones (tales como el tipo y la cardinalidad) y las relaciones de dominio específico entre conceptos de la ontología. El paso final es realizar la codificación de la ontología a través de un lenguaje como RDF u OWL. Este paso requiere de la intervención directa de los ingenieros ontológicos.

Debido a la extensión de nuestra ontología vamos a desgranar solo los conceptos de más alto nivel que resultan más relevantes. Existen tres conceptos en el nivel más alto de la ontología, que son representados en la Ilustración 23.

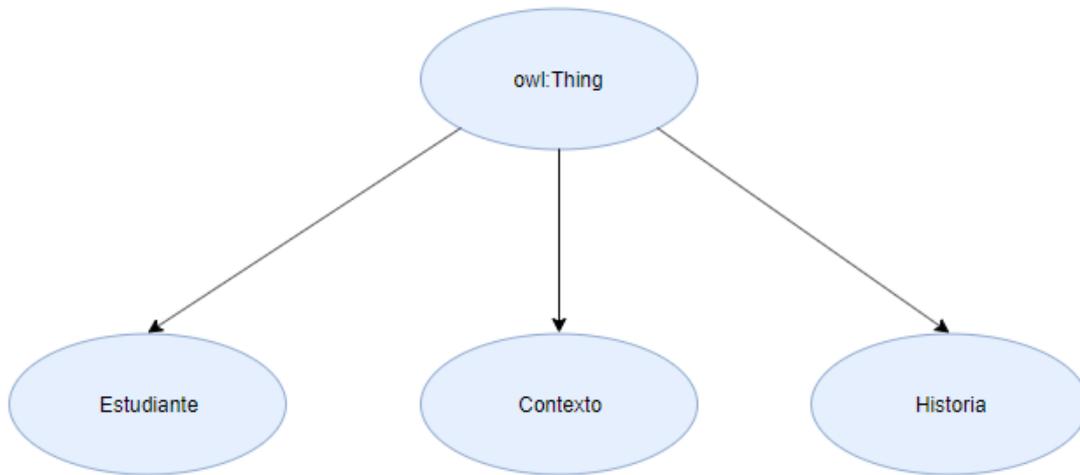


Ilustración 23. Representación de los tres conceptos de más alto nivel de la ontología.

• **Estudiante**

Representa distinto tipo de información del estudiante, desde su perfil (con información personal como su nombre, edad, etc) hasta sus rasgos de personalidad y físicos. Destacar que en nuestro trabajo proponemos además la inclusión del concepto de inteligencia emocional que hasta la fecha no hemos visto que haya sido tratado en la literatura en los sistemas recomendadores educativos. La Ilustración 24 recoge la jerarquía de conceptos para la representación del estudiante.

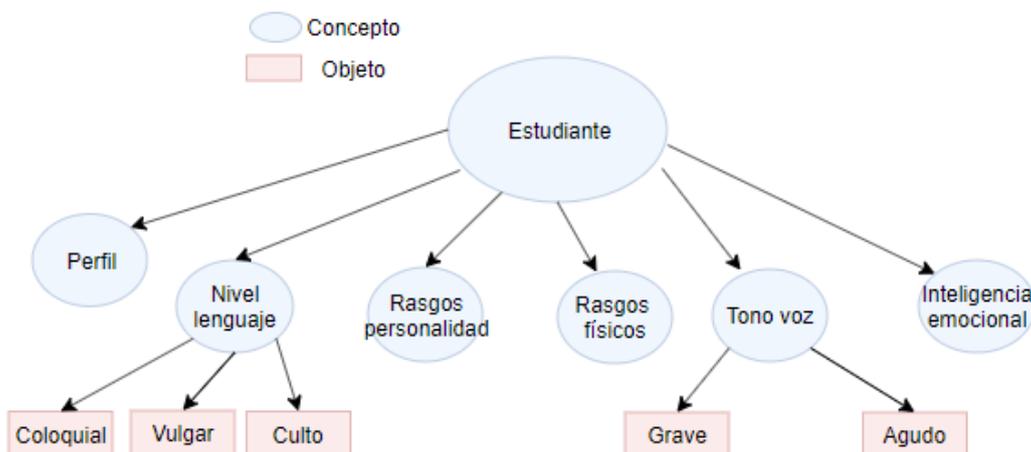


Ilustración 24. Jerarquía de conceptos para la representación del estudiante.

• **Contexto**

El contexto es todo aquello que engloba cualquier información útil para caracterizar la situación del alumno en un momento determinado. En concreto nosotros distinguimos cuatro contextos diferenciados como puede observarse en la Ilustración 25.

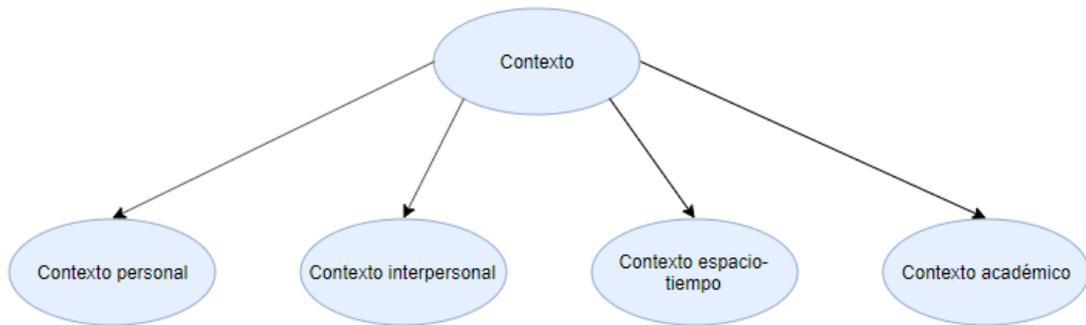


Ilustración 25. División del contexto en cuatro sub-contextos.

- **Contexto personal:** El contexto personal del estudiante refleja distinta información de este, como la postura actual (si está sentado, tumbado, de pie), distintos factores de rendimiento que pueden afectar a su estudio (factores familiares, laborales, personales o académicos), datos sobre su empleo y su estado emocional (que a su vez distingue entre si es un estado emocional positivo, como la alegría, o negativo como la tristeza). También incluye el estado anímico, que puede ser calculado como un promedio de los últimos *N* estados emocionales y que puede representar información útil para entender el ánimo general del estudiante. El contexto personal se muestra en la Ilustración 26.

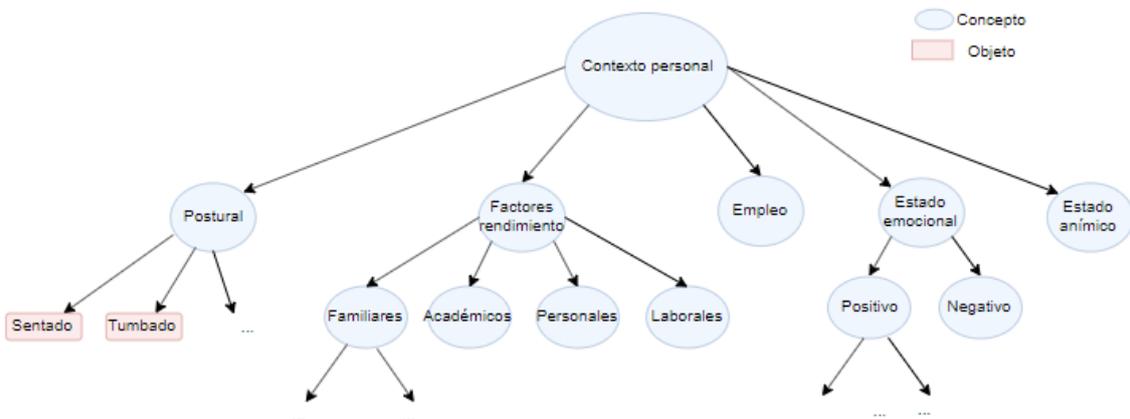


Ilustración 26. Representación del contexto personal del alumno.

- Contexto académico:** Se trata del contexto que refleja información asociada al ámbito académico. Esto es, la información personal del alumno (su motivación, su dedicación o su satisfacción con los estudios), las preferencias de estudio (idioma, estilo de aprendizaje, material de estudio preferido, accesibilidad etc), sus conocimientos (experiencia laboral y estudios previos) y el rendimiento en sus estudios actuales. El contexto académico se representa en la Ilustración 27.

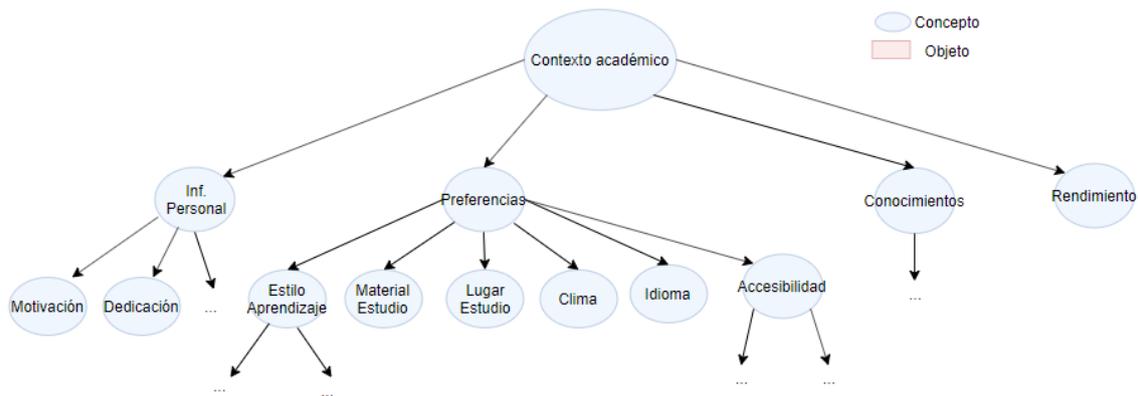


Ilustración 27. Representación del contexto académico del alumno.

- Contexto espacio-tiempo:** El espacio-tiempo representa el lugar donde se encuentra el usuario (concepto localizacional), la estación del año, la climatología o la habitación que detallará el escenario en la historia. A su vez también es importante registrar los posibles ruidos que rodean al estudiante y que pueden aportar información significativa en la descripción de una escena. Este contexto, si bien no se utiliza durante la recuperación de casos, resulta fundamental ya que aporta datos relevantes para la personalización posterior de las historias. Este contexto se muestra en la Ilustración 28.

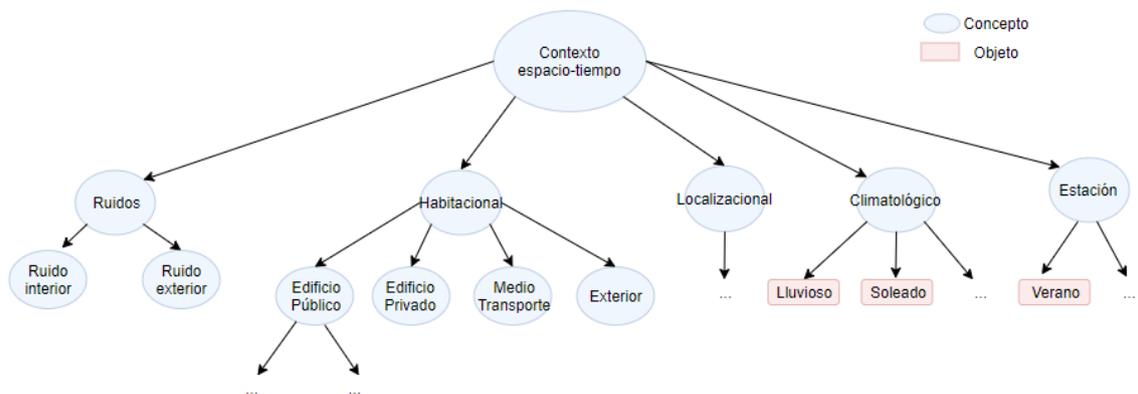


Ilustración 28. Representación del contexto espacio-tiempo del alumno.

- Contexto interpersonal:** El contexto interpersonal refleja las relaciones del usuario con miembros de la familia (por ejemplo, su pareja, sus hijos, sus padres, etc), los diferentes amigos que tiene (y la descripción de estos que será de utilidad para la personalización de las historias), así como también sus mascotas en caso de tenerlas. La Ilustración 29 representa el contexto interpersonal.

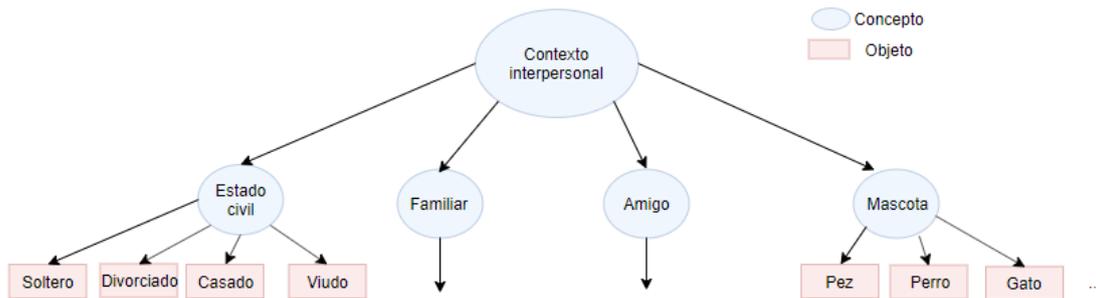


Ilustración 29. Representación del contexto interpersonal del alumno.

Es interesante a su vez poder definir múltiples contextos. Por ejemplo sería útil realizar una distinción entre los contextos habituales del alumno (aquellos que se presentan constantemente) y también el contexto actual en un momento determinado. Un contexto puede ser compartido por diferentes alumnos y un estudiante puede experimentar solo un contexto actual pero varios contextos habituales (que serán registrados en el sistema). Esto se refleja en la Ilustración 30.

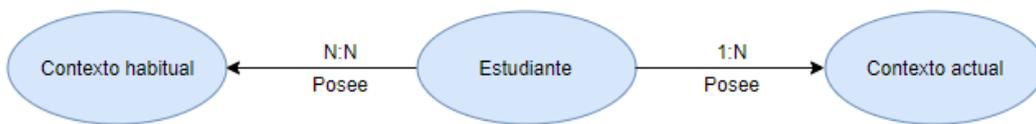


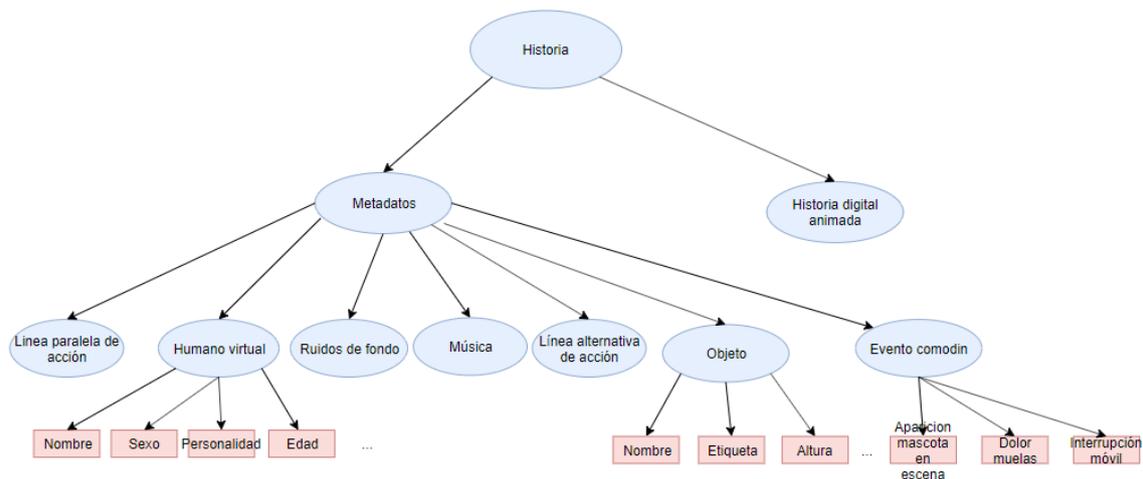
Ilustración 30. Relación estudiante-contexto.

- **Historia**

Nuestra solución queda definida de la siguiente manera:

$$[(Estudiante, Contexto) \rightarrow Historia]$$

En conexión con el paradigma RBC la pareja *(Estudiante, Contexto)* define un caso y la *Historia* constituye la solución a este. Esta historia se compone de una historia digital animada y de un conjunto de metadatos parametrizables que permiten que cada historia defina diferentes posibilidades y grados de personalización. Así, por ejemplo, si en una historia solución aparece como metadato personalizable la etiqueta “hijo” esta información será personalizada con las características propias del hijo del estudiante durante la adaptación de la misma. Resulta interesante por lo tanto proponer una ontología para definir historias y que se inspire en ontologías y lenguajes de marcado de mundos virtuales que revisamos en la sección 2.3.3. Si bien no vamos a entrar en gran detalle en el desarrollo de esta ontología hemos considerado oportuno realizar una primera aproximación para representar la información que maneja. La Ilustración 31 recoge la idea perseguida.



**Ilustración 31. Representación de la terminología para la definición de las historias.**

La historia estará definida por los metadatos y la historia digital animada. El conjunto de metadatos facilita la personalización de la historia digital animada de la solución. Como podemos observar en la Ilustración 31 que la ontología contempla los siguientes metadatos que especifican los parámetros personalizables:

- **Humano virtual:** describe los aspectos y rasgos de los personajes personalizables que participan en la historia.
- **Ruidos de fondo:** correspondientes con la personalización de los ruidos de fondo que tienen lugar durante el transcurso de la escena.

- Música: para crear ambientación las historias generadas permiten la inclusión de piezas musicales de diverso tipo. La personalización del tipo de música supone también un aspecto importante ya que el tipo de música seleccionada puede dotar de mayor personalidad o dramatismo a la escena.
- Línea alternativa de acción: descripción de líneas de acción que pueden suceder durante la historia reemplazando parcialmente la línea argumental principal.
- Línea paralela de acción: descripción de líneas de acción que pueden ocurrir en paralelo durante el transcurso de la línea argumental principal.
- Objeto: aspectos asociados a objetos físicos de la escena que son personalizables.
- Evento comodín: descripción de eventos que pueden ocurrir durante la escena sin alterar la línea argumental y que son susceptibles de personalización. Por ejemplo, la aparición en escena de un animal doméstico que puede personalizarse en base a la mascota del estudiante, etc.

Sin ánimo de entrar en detalles aquí, hay que destacar brevemente que la función de adaptación del RBC será la encargada de incorporar el conocimiento necesario para garantizar la personalización de todos los parámetros de la historia susceptibles de personalización, en función de las características particulares del estudiante y su contexto.

Por último cabe señalar otro apunte importante y es la relación existente entre la parte de la ontología que es definida para la representación del estudiante y su contexto, y la parte de la ontología encargada de representar la historia resultado. Para facilitar la personalización de la historia en cuestión debe de garantizarse una cierta correspondencia entre todos estos conceptos. Por ejemplo, los atributos de humanos virtuales estarán en correspondencia con los atributos del estudiante (perfil, rasgos físicos o personalidad) y de su contexto interpersonal (para personalizar otros personajes importantes en la historia como sus amigos o familiares). El resto de contextos también son críticos, ya que resultan de utilidad para definir los diferentes escenarios, las líneas argumentales e incluso los objetos que dotarán de carácter personal a la historia. En resumidas cuentas, resulta fundamental proponer una conceptualización común en los dominios del *e-learning* y la animación digital, teniendo en cuenta los datos que se recogen de manera habitual en un sistema recomendador educativo afectivo.

Por último, destacar que a través del contexto espacio-temporal se obtienen datos tales como la estación del año, el clima, la habitación, la ciudad o los ruidos, que son fundamentales para describir con una mayor precisión las escenas. Estos aspectos ya se parametrizan con relativa facilidad hoy en día con las tecnologías de animación digital existentes.

### 5.2.5. Axiomas

Con el propósito de ilustrar el tipo de conocimiento que puede modelarse empleando nuestra ontología proponemos los axiomas de la Tabla 7, formalizados empleando una notación de lógica de segundo orden. Si bien, tal y como señalamos previamente, no está indicado utilizar ontologías con propósito de inferencia en aplicaciones de tiempo real, las ontologías pesadas (esto es, enriquecidas con axiomas) resultan útiles para propósitos de verificación.

#	Axioma
1	<b>Descripción:</b> Un ruido interior no puede producirse en un espacio habitacional exterior. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y) (ruido-interior (?X) and (habitaculo-exterior (?Y)))
2	<b>Descripción:</b> Un ruido exterior no puede producirse en un medio de transporte. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y) (ruido-exterior (?X) and (medio-transporte (?Y)))
3	<b>Descripción:</b> El contexto personal no puede reflejar simultáneamente un estado emocional positivo y negativo.. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and estado-emocional-positivo (?Y) and estado-emocional-negativo (?Z)) and [posee-estado-emocional] (?X, ?Y) and [posee-estado-emocional] (?X, ?Z)))
4	<b>Descripción:</b> No puede existir un individuo que tenga ceguera parcial y completa a la vez. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and ceguera-parcial (?Y) and ceguera-completa (?Z)) and [posee-incapacidad] (?X, ?Y) and [posee-incapacidad] (?X, ?Z)))
5	<b>Descripción:</b> No puede haber un estudiante con tetraplejia y cuadriplejia al mismo tiempo. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and tetraplejia (?Y) and cuadriplejia (?Z)) and [posee-incapacidad] (?X, ?Y) and [posee-incapacidad] (?X, ?Z)))
6	<b>Descripción:</b> Un estudiante que vive en un pueblo no puede viajar en metro. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and pueblo(?Y) and metro (?Z) and vive(?X, ?Y)) and [viaja-en]( ?X, ?Z))
7	<b>Descripción:</b> Un estudiante tetrapléjico no viajará en medios de transporte públicos <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and tetraplejia(?Y) and transporte-publico(?Z)) and [posee-incapacidad] (?X, ?Y) and [viaja-en]( ?X, ?Z))
8	<b>Descripción:</b> Un estudiante con un estilo de aprendizaje visual empleará ocasionalmente materiales didácticos audiovisuales. <b>Expresión:</b> (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and aprendizaje-visual(?Y) and material-audiovisual(?Z) and [emplea] (?X, ?Z))
9	<b>Descripción:</b> No existe un espacio exterior donde se escuchen ruidos interiores. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y) (espacio-exterior(?X) and ruido-interior(?Y)) and [ruido-asociado] (?X, ?Y))
10	<b>Descripción:</b> Un individuo no puede estar acostado mientras viaja en transporte público. <b>Expresión:</b> not (exists (?X, ?Y, ?Z) (estudiante (?X) and acostado(?Y) and transporte-publico(?Z) and [postura] (?X, ?Y) and [viaja-en]( ?X, ?Z))

Tabla 7. Ejemplos de axiomas de la ontología.

### 5.3. Experimentación

Nuestra experimentación consiste en el desarrollo de un prototipo para la realización de una prueba de concepto que permita la recuperación de historias de una librería de casos en base a diferente información del perfil del estudiante así como de su contexto. Este prototipo simula el funcionamiento de un sistema de *coaching* afectivo a través de *storytelling* recuperando una historia en sintonía con el contexto actual del estudiante. Para este propósito es necesario en primer lugar definir nuestros casos, esto es, los atributos específicos que nuestra métrica de similitud tendrá en cuenta para establecer la comparación entre cada par de casos. Una vez determinados los atributos clave es necesario poblar la ontología desarrollada, esto es, instanciar con valores estos atributos específicos que son requeridos para establecer la comparativa. Para este propósito hemos empleado los resultados obtenidos a través del taller “Atrapasueños” (A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid., 2017) así como de la encuesta publicada que incluimos en el APÉNDICE 4. Encuesta. En esta sección describimos también las regiones de similitud definidas en nuestra experimentación que nos permiten afinar la recuperación de casos que definen conceptos en la misma área taxonómica. Por último presentamos una función de similitud global y detallamos cómo se realiza la comparación entre cada par de atributos/conceptos en función de cada tipo de dato.

#### 5.3.1. Definición de casos

En el prototipo no realizamos ningún tipo de prefiltrado. Los atributos que a continuación identificamos son los que se filtrarían en una hipotética aplicación para constituir los casos necesarios para el RBC. Para la prueba de concepto nos limitamos exclusivamente a poblar la parte de la ontología desarrollada que necesitamos para aplicar la función de similitud.

Los atributos y conceptos que se han seleccionado para aplicar nuestra función de similitud son los siguientes:

- Perfil del estudiante
  - Inteligencia emocional del estudiante.
  - Personalidad del estudiante.
  - Edad
  
- Contexto personal:
  - Estado emocional
  - Estado anímico
  - Factores de rendimiento (familiares, laborales, personales, académicos)
  - Empleo
  
- Contexto académico:
  - Motivación
  - Satisfacción
  - Disposición ante el estudio
  - Dedicación
  - Lugar de estudio preferido

- Accesibilidad
- Estudios
  
- Contexto interpersonal:
  - Número de hijos
  - Edad hijos

De los atributos anteriores algunos son particularmente importantes en relación al concepto de región de similitud semántica que permite afinar las comparaciones. Así los factores de rendimiento o los problemas de accesibilidad (bien es asociada a una lesión temporal o bien a una discapacidad permanente) del alumno son relevantes para la definición de regiones de similitud semántica. Por ejemplo, en el caso de un estudiante con una discapacidad permanente (imaginemos una ceguera) es interesante realizar comparaciones solo con otros casos que involucren también este concepto, ya que es obvio que estudiantes que presentan esta discapacidad experimentarán situaciones muy similares o relacionadas. De manera análoga compartirán regiones de similitud semántica los estudiantes que tengan hijos ya que, como hemos visto en la sección 5.1.2, tienden a compartir situaciones de estudio bastante similares. Veremos esto en más detalle en la sección 5.3.3.

### 5.3.2. Poblado de la ontología

El poblado de la ontología dará lugar al conjunto de casos utilizados por el prototipo durante la experimentación. Como ya hemos comentado para esta tarea hemos empleado los vídeos del taller “Atrapasueños” (A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid., 2017) así como los resultados obtenidos a través de la encuesta incluida en el APÉNDICE 4. Encuesta. Como paso previo ha sido requisito fundamental eliminar algunas respuestas de la encuesta incompletas o carentes de información relevante posiblemente completadas con desgana por algunos de los alumnos participantes. Del análisis de los vídeos hemos extraído un total de 7 casos, y del análisis de los resultados de la encuesta un total de 63 casos después de filtrar y eliminar aquellas respuestas que no se han considerado aptas. Nuestro juicio para considerar una respuesta como válida o no se basó principalmente en la carencia de algunos datos de interés, por ejemplo cuando el campo para la descripción de la historia estaba incompleto o vacío. Como veremos, este campo resulta crítico para poder validar el experimento estableciendo una medida de precisión mediante la comparación de los casos seleccionados de manera manual con los que el RBC recupera.

El poblado realizado es parcial, esto es, hemos completado tan solo aquellos atributos de la ontología requeridos por el prototipo para aplicar la función de similitud diseñada. Los atributos seleccionados son los presentados en la sección previa. A modo ilustrativo, la Tabla 8 recoge dos ejemplos de instancias obtenidas a través del taller de teatro y de la encuesta, respectivamente.

Atributo	Taller	Encuesta
Edad	30	41
Personalidad	Apertura: 75 Concienczudez: 50 Extroversión: 25 Agradabilidad: 70 Neuroticismo: 50	Apertura: 75 Concienczudez: 75 Extroversión: 75 Agradabilidad: 50 Neuroticismo: 50
Inteligencia emocional	Atención: 25 Claridad: 25 Reparación emociones: 20	Atención: 35 Claridad: 23 Reparación emociones: 31
Estado emocional	Triste	Furioso
Estado anímico	Bajo	Normal
Factor de rendimiento	Laboral Desempleo	Personal Interrupciones continuas durante el estudio
Empleado	No	Si
Disposición ante estudio	Ansioso	Positivo y con ganas
Motivación estudio	Laboral – Obtener un empleo	Académica – Especializarse
Satisfacción estudio	Satisfecho	Satisfecho
Estudios	Ingeniería	Ingeniería
Dedicación	Alta	Baja
Lugar de estudio	En casa	En casa
Accesibilidad	-	-
Número de hijos	0	0
Edad hijos	-	-
Estado civil	Soltera	Divorciado

Tabla 8. Ejemplo de dos instancias obtenidas a través del taller y de la encuesta.

### 5.3.3. Regiones de similitud

En la sección 2.2.3 de este documento presentamos brevemente el concepto de región de similitud y cómo su aplicación favorece la recuperación de casos al descartar aquellos que no son próximos en la jerarquía de conceptos. En el prototipo adoptamos este enfoque como un paso previo a la comparación de casos en vistas de agilizar la búsqueda y afinar también el proceso de recuperación. Para lograr este cometido en este primer enfoque tenemos en cuenta los diferentes factores de rendimiento que se definen en el contexto personal. La creación de estos factores es consecuencia del análisis presentado en la sección 5.1, que nos ha ayudado a agrupar a los estudiantes en función del factor principal que afecta a su estudio en un momento determinado.

Estos factores se dividen en factores familiares, laborales, personales y académicos. En un momento determinado el estudiante puede verse afectado por un factor de rendimiento concreto, por lo que la idea es recuperar de la librería de casos solo aquellos en los que este factor de rendimiento se encuentre presente. De esta manera, solo los casos relacionados con un factor de rendimiento del mismo tipo son comparados entre sí, ya que se espera que las situaciones descritas así como los conflictos presentes resulten más similares. De los 67 casos

disponibles para la prueba de concepto la distribución de los factores que afectan a los estudiantes se muestra en la Tabla 9. El factor predominante es el factor laboral que afecta a casi un 36% de los casos totales.

Factor	% de casos
Familiar	21.4%
Académico	27.1%
Personal	35.7%
Laboral	15.7%

Tabla 9. Distribución de los factores de rendimiento presentes en la colección de casos.

En cuanto al concepto de accesibilidad la idea es similar. Al tratarse de un concepto tan crítico (una lesión o una incapacidad marcan de alguna manera el entorno del estudiante, sus perspectivas y, en definitiva, su día a día) se espera que aquellos casos que presenten este concepto se encuentren más estrechamente relacionados que aquellos en que no. A pesar de que no hemos podido contar con la participación de estudiantes con discapacidad en nuestra encuesta, la literatura sobre los estudiantes con discapacidad pone en evidencia la especificidad de los contextos que experimentan estos alumnos.

A través de la encuesta realizada y sus resultados también observamos otras regiones de similitud interesantes. Alrededor de un 13% de los casos seleccionados describen como lugar de estudio habitual la biblioteca. Dentro de este grupo la situación de estudio más reportada son las interrupciones debido al ruido existente. En concreto dentro de este grupo el 67% describe situaciones donde su estudio es interrumpido por la interferencia de otras personas o por el ruido ocasionado por otros estudiantes. Es decir, entre los encuestados que estudian en la biblioteca de manera habitual una gran parte de ellos destaca el ruido y las interrupciones como factores relevantes que afectan a su estudio. De los estudiantes con hijos (que representan alrededor del 33% de la muestra) casi el 70% destaca los factores familiares (cuidado de los hijos o compromisos familiares) y los personales (interrupciones en el estudio porque “mi hijo quiere jugar”) como los factores más destacados que afectan a sus estudios.

En resumen, disponemos de hasta 8 regiones de similitud que resumimos a continuación:

- **Región de similitud de factores familiares:** engloba todo tipo de responsabilidades familiares, desde un compromiso familiar hasta la atención de los hijos, etc.
- **Región de similitud de factores laborales:** involucra aspectos laborales como una excesiva carga de trabajo, horas extras, estrés laboral, trabajar a turnos, estar de guardia, etc.
- **Región de similitud de factores académicos:** representa los factores académicos, como la preocupación por el mal rendimiento, la excesiva carga de trabajo, la escasez de apoyo y seguimiento docente, etc.

- **Región de similitud de factores personales:** pueden ser una lesión o un problema familiar (fallecimiento o enfermedad de un miembro de la familia), un embarazo, etc.
- **Región de similitud biblioteca:** engloba a todos los estudiantes que de manera habitual estudian en una biblioteca.
- **Región de similitud hijos:** como ya hemos visto los estudiantes con hijos presentan mayores semejanzas ya que en un alto porcentaje de ellos (casi el 76%) tienen responsabilidades familiares que atender.
- **Región de similitud de limitación temporal:** representa a aquellos alumnos que sufren una limitación temporal de acceso, por ejemplo una lesión por rotura de un brazo.
- **Región de similitud de limitación permanente:** representa al conjunto de alumnos que presentan problemas de accesibilidad permanentes, por ejemplo una ceguera, paraplejía, etc, y que deben de ser atendidos de manera especial.

De acuerdo al número de casos con los que contamos para llevar a cabo la experimentación, proponemos aplicar en primer lugar las regiones de similitud relativas a los factores de rendimiento del contexto personal. La región de similitud **hijos** y la región de similitud **biblioteca** solo se aplican para aquellos casos en los que el estudiante que define el caso tenga hijos o su lugar de estudio sea la biblioteca. Por lo tanto, estas regiones de similitud actúan como un nuevo filtro ya que las regiones de similitud de factores de rendimiento se aplican siempre en primer lugar y, posteriormente, sobre el subconjunto resultado las regiones de similitud de niños o biblioteca (en este caso concreto quedándonos solo con aquellas personas que tengan hijos o también estudien en la biblioteca). Cabe decir que, si bien aquí explicamos también las regiones de similitud de limitación temporal y limitación permanente, en nuestro prototipo no se encuentran incluidas ya que no contamos con ningún caso que represente a un estudiante con alguna de estas incapacidades.

La aplicación de estas regiones de similitud supone una ventaja considerable en términos de eficiencia temporal. Ante bases de casos de tamaños grandes este enfoque permite acotar el espacio de búsqueda considerablemente, garantizando un proceso de recuperación de casos más rápido y sobre todo eficiente en términos de precisión al descartar casos poco relacionados. En nuestro caso concreto tras analizar en detalle los resultados de las encuestas observamos que los diferentes perfiles de estudiante se categorizan en función de su contexto o de su información personal (si tienen hijos, por ejemplo) por lo que resulta útil comparar solo aquellos casos que presentan la misma información en un momento determinado.

#### 5.3.4. Función de similitud

Después de aplicar el concepto de región de similitud a los casos existentes en la librería de casos y haber obtenido un subconjunto de casos semánticamente comparables, el prototipo aplica una función de similitud a fin de estimar la semejanza entre casos. En la sección 2.2.3 referenciamos algunos trabajos en el ámbito de *e-learning* que han empleado la similitud

semántica para el cálculo de semejanzas entre perfiles de estudiantes. Sin embargo se ha constatado que en la mayoría de los trabajos revisados no se tienen en cuenta atributos concretos de los perfiles del estudiante, sino que las recomendaciones se fundamentan exclusivamente en el conjunto de valoraciones que cada usuario ha realizado de diferentes cursos para establecer similitudes entre estos. La particularidad de nuestro enfoque reside en comparar perfiles de usuario y sus contextos, por lo que tenemos que adoptar diferentes métricas en función de cada tipo de atributo o concepto a comparar. La función de similitud propuesta es la siguiente:

Dados dos casos  $C_1$  y  $C_2$  la similitud entre ambos es calculada como:

$$Sim(C_i, C_j) = \frac{\sum_{i=1}^k Sim(c_i^k, c_j^k)}{k}$$

Siendo  $k$  el total de conceptos comparables y  $Sim(c_i^k, c_j^k)$  la similitud entre los conceptos  $c_i^k$  y  $c_j^k$  de los casos  $i$  y  $j$  respectivamente. Esta medida de similitud estima un promedio de similitud normalizado en el rango  $[0,1]$  donde los valores más grandes indican una semejanza mayor entre los casos comparados. La manera de calcular la similitud entre pares de atributos y/o conceptos es dependiente de los tipos comparados. Nuestra función de similitud no solo compara pares de conceptos del mismo tipo, sino que también compara pares de atributos representativos de algunos conceptos, como por ejemplo la edad definida en el concepto perfil del estudiante.

A continuación detallamos los pares de conceptos/atributos que son comparados y las medidas de similitud aplicadas en cada caso concreto. Cabe reseñar que las métricas aplicadas en algunos casos son una simplificación para nuestra prueba de concepto. Como trabajo futuro resultaría interesante optar en algunos casos por enfoques más afinados; por ejemplo la representación de las emociones a través de un enfoque vectorial (de forma análoga a cómo hacemos con la personalidad) o una mayor categorización detallada de los diferentes estudios para explotar más el concepto de distancia ontológica (taxonomizando los diferentes estudios en humanidades, ciencias y tecnología, etc).

- **Atributo de edad**

Como ya hemos comentado, el prototipo no solo establece similitud entre pares de conceptos de la ontología, sino que también tiene en cuenta atributos relevantes que los definen. En este caso la edad de los estudiantes es representativa, ya que en base al análisis de los datos recogidos a través de la encuesta se ha observado que los perfiles de estudiante en rangos de edad similares presentan mayores similitudes. En otras palabras, por norma general dos estudiantes de edad más semejante se encuentran más relacionados entre sí que dos estudiantes donde la diferencia de edad entre los mismos es considerable. Para establecer esta similitud nuestro prototipo establece la siguiente función:

$$Sim(C_{1_{edad}}, C_{2_{edad}}) = 1 - \frac{|edad_{c1} - edad_{c2}|}{\max_{edad} LC - \min_{edad} LC}$$

$\max_{edad} LC$  y  $\min_{edad} LC$  representan la edad máxima y la edad mínima de todos los casos contenidos en la librería de casos respectivamente. La métrica anterior establece un valor en el rango  $[0,1]$  por lo que edades más próximas devuelven una similitud mayor.

- **Inteligencia emocional**

Definimos la inteligencia emocional en tres dimensiones (atención, claridad y reparación) en el rango  $[8,40]$ . Estos valores fueron calculados a partir del test de inteligencia emocional incorporado en la encuesta. Al tratarse de atributos numéricos podemos establecer la similitud empleando una medida de distancia independiente en el rango  $[0,1]$  y posteriormente calculando el valor promedio.

$$Sim(atencion_{c1}, atencion_{c2}) = 1 - \frac{|atencion_{c1} - atencion_{c2}|}{40} = EE_1$$

$$Sim(claridad_{c1}, claridad_{c2}) = 1 - \frac{|claridad_{c1} - claridad_{c2}|}{40} = EE_2$$

$$Sim(reparacion_{c1}, reparacion_{c2}) = 1 - \frac{|reparacion_{c1} - reparacion_{c2}|}{40} = EE_3$$

$$Sim(C_{1_{EE}}, C_{2_{EE}}) = \frac{EE_1 + EE_2 + EE_3}{3}$$

Aquellos individuos con una inteligencia emocional más parecida obtendrán un valor de semejanza más alto.

- **Personalidad**

La idea es seguir el mismo proceso que para el cálculo de la inteligencia emocional. En este caso la personalidad del individuo se define en 5 dimensiones continuas en el rango  $[0,1]$ . De manera análoga se calcula la distancia relativa entre pares de la siguiente manera.

$$Sim(apertura_{c1}, apertura_{c2}) = 1 - |apertura_{c1} - apertura_{c2}| = P_1$$

$$Sim(concienzudez_{c1}, conciencia_{c2}) = 1 - |concienzudez_{c1} - conciencia_{c2}| = P_2$$

$$Sim(extroversión_{c1}, extroversión_{c2}) = 1 - |extroversión_{c1} - extroversión_{c2}| = P_3$$

$$Sim(agrabilidad_{c1}, agrabilidad_{c2}) = 1 - |agrabilidad_{c1} - agrabilidad_{c2}| = P_4$$

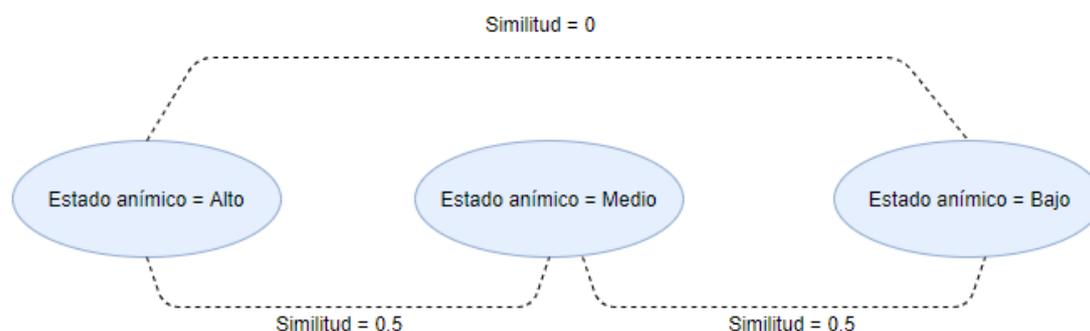
$$Sim(neuroticismo_{c1}, neuroticismo_{c2}) = 1 - |neuroticismo_{c1} - neuroticismo_{c2}| = P_5$$

$$Sim(C_{1_p}, C_{2_p}) = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5}$$

Al igual que antes, valores de personalidad más similares arrojarán un valor numérico más próximo a 1.

- **Estado anímico**

El estado anímico sí constituye un concepto de la ontología y puede tomar tres valores; alto, medio o bajo. La idea es que la distancia entre dos conceptos idénticos representativos del estado anímico es de 0 (o lo que es lo mismo, su similitud es máxima y de valor 1) y cuando difieren la similitud entre los mismos depende del valor categórico. Así, por ejemplo, asumimos que existen más semejanzas entre un estado anímico normal y un estado anímico alto que entre un estado anímico alto y un estado anímico bajo. La Ilustración 32 representa esta idea.



**Ilustración 32. Representación de la similitud entre estados anímicos.**

De esta manera, a menor distancia entre los pares de conceptos que definen el estado anímico mayor es la similitud. Cuando los estados anímicos estudiantes coinciden la similitud es máxima y alcanza un valor de 1.

- **Emociones**

Para la comparación de emociones seguimos un procedimiento similar al considerado para comparar pares de estados anímicos. En este caso categorizamos las diferentes emociones de nuestra ontología en positivas o negativas en función del efecto que ejercen sobre el individuo. De esta manera consideramos que emociones como *contento*, *relajado* o *interesado* representan emociones positivas mientras que *disgustado*, *triste* o *nervioso* son emociones negativas. A esta valoración le denominaremos *signo* de la emoción. Cuando dos emociones coinciden en valor (representan la misma emoción) diremos que la distancia es mínima y la similitud máxima (valor de 1). Cuando dos emociones no coinciden en valor pero sí en *signo* (bien son positivas o negativas) la similitud es de 0.5. Si las emociones son de signo contrario su distancia es máxima y su similitud mínima (valor de 0). Este procedimiento tan simple para evaluar las emociones permite establecer la similitud entre pares de manera que estudiantes que presentan emociones muy opuestas obtengan una similitud muy baja, influyendo así en el cómputo general de la similitud entre ambos casos.

- **Satisfacción**

Supongamos que el grado de satisfacción del estudiante en sus actuales estudios se define por los siguientes valores categóricos, a los cuales asignamos virtualmente un valor entero representativo:

- Muy insatisfecho (=1)
- Insatisfecho (=2)
- Indiferente (=3)
- Satisfecho (=4)
- Muy satisfecho (=5)

Es obvio que los grados de satisfacción más extremos se encuentran más distantes entre sí que aquellos más cercanos (satisfecho y muy satisfecho son más similares que satisfecho e insatisfecho). En base a lo anterior podemos establecer la siguiente medida.

$$Sim(C_{1s}, C_{2s}) = 1 - \frac{|satisfaccion_{c1} - satisfaccion_{c2}|}{5}$$

La matriz simétrica de la Tabla 10 representa las diferentes similitudes entre pares de grados de satisfacción.

<i>Mat. Similitud</i>	<b>Muy insatisfecho</b>	<b>Insatisfecho</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Satisfecho</b>	<b>Muy satisfecho</b>
<b>Muy insatisfecho</b>	1	0.75	0.5	0.25	0
<b>Insatisfecho</b>	0.75	1	0.75	0.5	0.25
<b>Indiferente</b>	0.5	0.75	1	0.75	0.5
<b>Satisfecho</b>	0.25	0.5	0.75	1	0.75
<b>Muy satisfecho</b>	0	0.25	0.5	0.75	1

Tabla 10. Matriz simétrica para la representación de similitud entre grados de satisfacción.

- **Motivación del estudiante**

La motivación del estudiante se representa también como un concepto que puede adquirir diferentes valores. Hemos jerarquizado a su vez las motivaciones en diferentes grupos, ya sean motivaciones académicas (obtener un título o aprender), hasta motivaciones laborales (obtener un ascenso, obtener un trabajo) e incluso motivaciones personales (estudiar por interés personal o como pasatiempo). Siguiendo un enfoque similar al cálculo de las emociones, cuando la motivación coincide la similitud es máxima. Si la motivación solo coincide en el tipo (es una motivación laboral, o académica o personal) la similitud es de 0.5. Si pertenecen a grupos de motivación diferentes la similitud es 0.

- **Dedicación al estudio**

Para esta métrica adoptamos el mismo enfoque que para la evaluación de la satisfacción. En concreto la dedicación al estudio se categoriza en 5 grados:

- Muy bajo (=1)
- Bajo (=2)
- Medio (=3)
- Alto (=4)
- Muy alto (=5)

Y de la misma manera que anteriormente, podemos calcular la similitud entre pares tal que:

$$Sim(C_{1D}, C_{2D}) = 1 - \frac{|dedicacion_{c1} - dedicacion_{c2}|}{5}$$

- **Factores de rendimiento**

Los factores de rendimiento, además de emplearse en el enfoque de regiones de similitud como previo paso para la obtención de casos semánticamente más cercanos, se usan también para establecer el grado de similitud entre pares. El enfoque es muy simple y consiste en comparar directamente los conceptos de ambos casos (factor académico, laboral, familiar o personal). Si la descripción de los conceptos coincide entonces la similitud es máxima, mientras que si no lo hace la similitud es mínima. Este enfoque busca favorecer la descripción del mismo factor, por ejemplo que ambos casos relaten un factor personal asociado con una enfermedad del estudiante, ya que se espera que ambas instancias presenten rasgos más similares que aquellas que describen un factor personal diferente (por ejemplo la escasez de tiempo para estudiar).

- **Actitud ante el estudio.**

Este concepto representa la actitud del estudiante cuando afronta una jornada de estudio. La ontología considera 6 actitudes diferentes y las categoriza en actitudes positivas o negativas siguiendo un enfoque similar al utilizado para la representación de emociones tal y como puede observarse en la Tabla 11.

Actitud Positiva	Actitud Negativa
Positivo	Ansioso
Enérgico y activo	Apático y sin ganas
Relajado y tranquilo	Cansado y soñoliento

Tabla 11. Categorización de la actitud ante el estudio.

Por lo tanto, si ambos conceptos coinciden su similitud es máxima (valor 1). Si ambos conceptos no coinciden pero son de igual signo (ambos son una actitud positiva o negativa) su similitud es de 0.5. Si difieren totalmente en signo entonces su similitud es nula (valor 0).

- **Estudios**

Es interesante comparar también el concepto que refleja los estudios ya que por norma general los estudiantes que comparten estos pueden presentar rasgos o características similares. El enfoque adoptado es muy simple: si los conceptos comparados coinciden la similitud toma valor 1 y si son diferentes su valor es de 0.

### 5.3.5. Resultados

Disponemos de 67 casos definidos a partir de los vídeos del taller de teatro y de los resultados de la encuesta. Para realizar la validación de la prueba de concepto tomamos 12 casos a modo de experimentación. Cada uno de ellos define un caso base que será comparado con los 55 casos restantes de la librería de casos. Para cada experimento vamos a seleccionar, por orden y aplicando criterios de sentido común, los que consideramos los  $N$  casos de la librería más similares en función de la descripción de la historia asociada a cada caso y obtenida a partir de las respuestas a las preguntas 35 y 36 de la encuesta, sección “Descripción de situación de estudio”. El valor de  $N$  es establecido de manera manual para cada experimento en función del número de casos definidos en la misma región semántica. Debido al tamaño de nuestra muestra y el número total de casos de la librería, este número  $N$  no es superior a 6 en ningún experimento. Por otro lado, queda pendiente comprobar si fuera de las regiones de similitud establecidas no queda nunca ningún caso excluido que fuera interesante recuperar.

Destacamos que resultaría interesante realizar la selección de casos en base a un *threshold* predefinido donde el número  $N$  de casos recuperados puede variar. Sin embargo, debido al tamaño de nuestra muestra y a la limitación de tiempo existente creemos adecuado dejar esto como trabajo futuro. Finalmente, para evaluar el rendimiento del algoritmo de selección proponemos el siguiente conjunto de métricas:

- **Precisión.**

La precisión representa la fracción de casos recuperados que son relevantes para el usuario. La precisión se expresa de la siguiente manera:

$$Precision = \frac{|{\{casos\ relevantes\}} \cap {\{casos\ recuperados\}}|}{|{\{casos\ recuperados\}}|}$$

Los casos relevantes se corresponderán con los que nosotros, de forma subjetiva, seleccionamos de manera ordenada para cada experimento por presentar similitudes con el caso base. Los casos recuperados serán los casos recuperados por el RBC. Téngase en cuenta que el número total de casos será de  $N$  cuyo valor varía en función de las características de cada experimento.

- **Proposición de fallo.**

O *fall-out* en inglés. Representa la proporción de casos no relevantes que han sido recuperados respecto a todos los casos no relevantes disponibles:

$$Fall - out = \frac{|\{\text{casos no relevantes}\} \cap \{\text{casos recuperados}\}|}{|\{\text{casos no relevantes}\}|}$$

Si se asume que fuera de las regiones de similitud no hay casos relevantes, el número de documentos no relevantes para un experimento concreto estará definido por:

$$|\{\text{documentos no relevantes}\}| = 55 - N$$

Un valor más próximo a 0 indica que se han recuperado menos documentos no relevantes.

- **Precisión promedio.**

La precisión es una métrica simple basada en la lista completa de casos recuperados. Cuando se dispone de una secuencia ordenada de casos, es aconsejable considerar el orden en el que el algoritmo los devuelve. Esta métrica se puede calcular de la siguiente manera:

$$AveP = \frac{\sum_{k=1}^N (P(k) \times rel(k))}{\text{número de casos relevantes}}$$

Donde tenemos que:

$$\text{número de casos relevantes} = N$$

$P(k)$  es la precisión del caso  $k$  en la lista

$rel(k)$  un indicador igual a 1 si el elemento en la posición  $k$  es un caso relevante, 0 sino

**Experimento 1****Caso base:**

Descripción caso: “Conseguir ser el mejor en alguna prueba o examen cuando realmente lo he trabajado mucho y sin embargo los factores externos eran un freno a mi buen rendimiento académico.” En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
11	“Pasarme la noche en vela estudiando una asignatura por primera vez, antes del examen, y sacar un 5. Un dolor y un gozo”
4	“Cuando se consiguen resolver problemas complejos de manera autónoma”
3	“Cuando me enfrento a una materia desconocida y no me entero de nada, pero al final cual lo saco me vengo arriba”.

**Tabla 12. Casos más similares seleccionados a mano para el experimento 1.**

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
3	“Cuando me enfrento a una materia desconocida y no me entero de nada, pero al final cual lo saco me vengo arriba”.	0.62
4	“Cuando se consiguen resolver problemas complejos de manera autónoma”	0.59
57	“Estoy estudiando y un familiar me está interrumpiendo continuamente”.	0.58

**Tabla 13. Casos recuperados por el RBC para el experimento 1.**

El caso base está relacionado con la satisfacción personal de lograr un éxito académico después de realizar un gran esfuerzo. El RBC recupera 2 de los 3 casos que manualmente seleccionamos. Por lo tanto para este experimento la precisión obtenida es del 66.6%. A modo ilustrativo mostramos en la Tabla 14 la comparación entre el caso base y el caso recuperado de la librería de casos más similar a este. La Tabla 15 muestra el resumen del experimento 1.

		CASO_BASE <sup>12</sup>	CASO_LC <sup>13</sup>	SIM. <sup>14</sup>
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	30	39	0.76
	<i>Empleado</i>	Si	Si	1
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	30	27	0.91
	<i>Apertura</i>	31	28	0.92
	<i>Reparación</i>	35	29	0.84
			<b>MEDIA</b>	0.89
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.87	0.5	0.62
	<i>Conciencia</i>	0.5	0.5	1
	<i>Extraversión</i>	0.5	0.5	1
	<i>Agradabilidad</i>	0.12	0.5	0.62
	<i>Neuroticismo</i>	0.5	0.37	0.87
			<b>MEDIA</b>	0.82
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Alto	Alto	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	Enfermedad	Cuidar hijos	0
	<i>Emoción</i>	Contento	Complacido	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Media	Baja	0.8
	<i>Motivación</i>	Ascender	Especializarse	0
	<i>Satisfacción</i>	Insatisfecho	Indiferente	0.8
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Enérgico	Positivo	1
	<i>Estudios</i>	Ingeniería	Ingeniería	1

Tabla 14. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 1.

<b>SIMILITUD CASO<sup>15</sup></b>	0.62
<b>PEOR SIMILITUD<sup>16</sup></b>	0.37
<b>SIMILITUD MEDIA<sup>17</sup></b>	0.52
<b>PRECISIÓN</b>	0.66
<b>FALL-OUT</b>	0.018
<b>PRECISIÓN PROMEDIO</b>	0.27

Tabla 15. Resumen del experimento 1.

<sup>12</sup> Caso base seleccionado en el experimento.

<sup>13</sup> Caso recuperado más similar recuperado de la librería de casos.

<sup>14</sup> Valores de similitud entre el caso base y el caso recuperado.

<sup>15</sup> Similitud global entre el caso base y el caso recuperado.

<sup>16</sup> Valor de similitud más bajo entre los casos recuperados y el caso base.

<sup>17</sup> Valor medio de similitud entre el caso base y los casos recuperados.

## ***Experimento 2***

### **Caso base:**

Descripción caso: “Recibo llamadas telefónicas continuamente que me interrumpen la concentración y terminan malhumorándome porque me desconcentran.” En la Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

### **Casos seleccionados manualmente:**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>
21	“Estudiar en una biblioteca y que exista mucho ruido que no te permita mantener un mínimo de concentración.”
57	“Estoy estudiando y un familiar me está interrumpiendo continuamente”.
55	“Ocasionalmente, cuando estudio en casa, me interrumpe la familia. También, ocasionalmente, me enfado por dicho motivo, ya que mi mujer sabe que estoy estudiando.”
1	“Estar estudiando y sufrir interrupciones continuamente (teléfono fijo, mi pareja, etc).”
50	“Día antes de un examen no paran de entrar en mi habitación interrumpiendo.”

**Tabla 16. Casos más similares seleccionados a mano para el experimento 2.**

### **Casos recuperados por el RBC:**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>	<b>Similitud</b>
21	“Estudiar en una biblioteca y que exista mucho ruido que no te permita mantener un mínimo de concentración.”	0.69
57	“Estoy estudiando y un familiar me está interrumpiendo continuamente”.	0.68
55	“Ocasionalmente, cuando estudio en casa, me interrumpe mi familia. También, ocasionalmente me enfado por dicho motivo ya que mi mujer sabe que estoy estudiando”.	0.68
1	“Día antes de un examen no paran de entrar en mi habitación interrumpiendo.”	0.66
9	“Estar estudiando y tener que soportar mucho ruido alrededor, es habitual al compartir piso con varias personas.”	0.64

**Tabla 17. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 2.**

El caso base seleccionado relata las interrupciones sufridas por un estudiante durante su jornada de estudio. El RBC recupera 4 de los 5 casos que manualmente seleccionamos. Por lo tanto para este experimento la precisión obtenida es del 80%. La Tabla 18 muestra la comparación entre el caso base seleccionado con el caso más similar recuperado de la librería. En la Tabla 19 puede observarse el resumen de este experimento.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	55	26	0.23
	<i>Empleado</i>	Si	Si	1
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	28	19	0.74
	<i>Apertura</i>	38	28	0.75
	<i>Reparación</i>	27	23	0.89
			<b>MEDIA</b>	0.79
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.75	0.37	0.62
	<i>Conciencia</i>	1	0.25	0.25
	<i>Extraversión</i>	0.5	0.25	0.75
	<i>Agradabilidad</i>	0.62	0.75	0.87
	<i>Neuroticismo</i>	0.62	0.62	1
			<b>MEDIA</b>	0.7
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Normal	Normal	0.5
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	Interrupciones estudio	Interrupciones estudio	
	<i>F. Familiar</i>			1
	<i>Emoción</i>	Furioso	Furioso	1
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Media	Media	1
	<i>Motivación</i>	Ascender	Obtener trabajo	0.5
	<i>Satisfacción</i>	Insatisfecho	Indiferente	0.8
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Cansado	Relajado	0
	<i>Estudios</i>	Ingeniería	Ingeniería	1

Tabla 18. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 2.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.69
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.40
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.57
<b>PRECISIÓN</b>	0.8
<b>FALL-OUT</b>	0.02
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.96

Tabla 19. Resumen del experimento 2.

**Experimento 3****Caso base:**

Descripción caso: “Al principio de curso me agobiaba con el tiempo, porque empecé tarde. Ahora, de nuevo me está agobiando el tiempo y aunque me he aplicado, me falta y me distrae. Se me rompió el móvil y el iPad y perdí tiempo al arreglarlos y de nuevo agobio por no dedicarme en exclusiva al estudio. En general me siento culpable por no dedicarle todo el tiempo que quisiera.”

En

la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
30	“Que pase más de una semana sin poder estudiar, incumpliendo un plan de estudios, que no es ambicioso.”
2	“Estoy trabajando ya en mi TFM y este posee una carga de créditos y dedicación muy grande. Estoy involucrado en otros proyectos y mi temor es no conseguir llegar a entrar el proyecto en tiempo, por lo que muchas veces me entra ansiedad y me acelero ya que creo que avanzo menos de lo que en realidad avanzo. Mi novia trata de tranquilizarme y apoyarme.”
42	“Haber estado trabajando para un proyecto con una fecha de entrega muy próxima y mi pareja insistiendo para hablar por teléfono para solucionar un problema. Al final desconecté el móvil para poder concentrarme y más tarde hablé con mi pareja.”
8	“Estar estudiando y que en casa haya más gente haciendo otras cosas que a mí me gustaría estar haciendo (viendo un partido de fútbol o jugando a la consola), con lo cual me cuesta más mantener la concentración en lo que estoy haciendo y pierdo bastante tiempo.”
10	“Estoy estudiando sintiendo ansiedad y desánimo. De pronto recibo la llamada telefónica de una buena amiga. Charlamos un buen rato, reímos, hacemos planes de vacaciones. Cuando regreso a mi dormitorio para seguir estudiando me siento mucho más optimista y con energías renovadas.”

Tabla 20. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 3.

**Casos recuperados por el RBC:**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>	<b>Similitud</b>
30	“Que pase más de una semana sin poder estudiar, incumpliendo un plan de estudios, que no es ambicioso.”	0.70
21	“Estudiar en una biblioteca y que exista mucho ruido que no te permita mantener un mínimo de concentración.”	0.62
2	“Estoy trabajando ya en mi TFM y este posee una carga de créditos y dedicación muy grande. Estoy involucrado en otros proyectos y mi temor es no conseguir llegar a entrar el proyecto en tiempo, por lo que muchas veces me entra ansiedad y me acelero ya que creo que avanzo menos de lo que en realidad avanzo. Mi novia trata de tranquilizarme y apoyarme.”	0.60
8	“Estar estudiando y que en casa haya más gente haciendo otras cosas que a mí me gustaría estar haciendo (viendo un partido de fútbol o jugando a la consola), con lo cual me cuesta más mantener la concentración en lo que estoy haciendo y pierdo bastante tiempo.”	0.60
1	“Estar estudiando y sufrir interrupciones continuamente ya sean a través del teléfono, de mi pareja, etc. Pierdo la concentración y me enojo.”	0.60

**Tabla 21. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 3.**

El caso base seleccionado describe la preocupación del estudiante con el paso del tiempo y no disponer de tiempo suficiente para preparar sus estudios de manera adecuada. El RBC desarrollado recupera 3 de los 5 casos seleccionados manualmente por lo que para este experimento se obtiene una precisión del 60%. En la Tabla 22 se recoge la comparación entre el caso base seleccionado para el experimento y el caso más similar recuperado por el prototipo. La Tabla 23 resume el experimento realizado.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	36	47	0.23
	<i>Empleado</i>	No	Si	0
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	24	25	0.97
	<i>Apertura</i>	24	26	0.95
	<i>Reparación</i>	28	39	0.71
			<b>MEDIA</b>	0.87
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.75	0.625	0.87
	<i>Conciencia</i>	0.37	0.75	0.62
	<i>Extraversión</i>	0.75	0.625	0.87
	<i>Agradabilidad</i>	0.75	0.875	0.87
	<i>Neuroticismo</i>	0.25	0.375	0.87
			<b>MEDIA</b>	0.82
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Normal	Normal	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	Escasez tiempo	Escasez tiempo	1
	<i>F. Familiar</i>	-	-	
	<i>Emoción</i>	Preocupado	Preocupado	1
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	2	2	-
	<i>Estado Civil</i>	Casado	Casado	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Media	Alta	0.8
	<i>Motivación</i>	Obtener trabajo	Aprender	0
	<i>Satisfacción</i>	Satisfecho	Satisfecho	1
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Positivo	Positivo	1
	<i>Estudios</i>	Ingeniería	Ingeniería	1

Tabla 22. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 3.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.70
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.43
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.54
<b>PRECISIÓN</b>	0.6
<b>FALL-OUT</b>	0.04
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.54

Tabla 23. Resumen del experimento 3.

**Experimento 4****Caso base:**

Descripción caso: “He sufrido un periodo de estrés considerable debido a una alta carga de trabajo”. En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
26	“Estoy pasando por una alta carga de estrés debido a mi trabajo.”
14	“No disponer de tiempo para estudiar debido a compromisos laborales en su mayoría.”
16	“Estar estudiando y me llamaron por una urgencia de trabajo, se paró toda la unidad de diálisis por que los monitores no tenían agua, había que reparar el tratamiento de agua.”
19	“Tener que entregar próximamente un trabajo de una asignatura y al mismo tiempo recibir la corrección de un trabajo anterior. Esta corrección ha sido durísima y en mi opinión no ha correspondido al esfuerzo dedicado. Además tengo muy poco tiempo para estudiar debido a un pico importante de trabajo laboral.”
47	“Cuando tengo que presentar un trabajo y por motivos laborales no puedo.”
13	“Querer ponerme a estudiar y no poder hacerlo debido a tareas laborales que tengo pendientes por hacer.”

Tabla 24. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 4.

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
26	“Estoy pasando por una alta carga de estrés debido a mi trabajo.”	0.76
13	“Querer ponerme a estudiar y no poder hacerlo debido a tareas laborales que tengo pendientes por hacer.”	0.63
18	“Al momento de ponerme a estudiar surge algún tipo de obligación que no me permite empezar.”	0.57
19	“Tener que entregar próximamente un trabajo de una asignatura y al mismo tiempo recibir la corrección de un trabajo anterior. Esta corrección ha sido durísima y en mi opinión no ha correspondido al esfuerzo dedicado. Además tengo muy poco tiempo para estudiar debido a un pico importante de trabajo laboral.”	0.48
66	“No consigo obtener un trabajo porque en todos piden el título y estoy tratando de obtener uno.”	0.46
14	“No disponer de tiempo para estudiar debido a compromisos laborales en su mayoría.”	0.45

Tabla 25. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 4.

El caso base describe una situación donde el estrés laboral se encuentra presente y que afecta al estudio. En este experimento el RBC solo recupera uno de los 4 casos seleccionados de manera manual. Por lo tanto la precisión para esta prueba es del 25%. La Tabla 26 muestra la comparación entre el caso base y el caso recuperado y en la Tabla 27 puede consultarse el resumen del experimento realizado.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	18	18	1
	<i>Empleado</i>	Si	Si	1
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	14	15	0.96
	<i>Apertura</i>	11	11	1
	<i>Reparación</i>	15	15	1
			<b>MEDIA</b>	0.98
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.75	0.75	1
	<i>Conciencia</i>	0.5	0.5	1
	<i>Extraversión</i>	0.62	0.62	1
	<i>Agradabilidad</i>	0.62	0.62	1
	<i>Neuroticismo</i>	0.62	0.62	1
			<b>MEDIA</b>	1
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Normal	Bajo	0.5
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	Carga de trabajo	Carga de trabajo	1
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	-	-	
	<i>Emoción</i>	Nervioso	Estresado	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Baja	Baja	1
	<i>Motivación</i>	Obtener trabajo	Obtener título	0
	<i>Satisfacción</i>	Indiferente	Indiferente	1
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Cansado	Cansado	1
	<i>Estudios</i>	Ciencias	Ciencias	1

Tabla 26. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 4.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.76
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.39
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.51
<b>PRECISIÓN</b>	0.66
<b>FALL-OUT</b>	0.04
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.51

Tabla 27. Resumen del experimento 4.

## ***Experimento 5***

### **Caso base:**

Descripción caso: “Estoy excluido del mercado laboral y no encuentro trabajo. Estudio tanto como puedo para cambiar la situación”. En la

Tabla 12 se muestra el caso más similar seleccionado de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

### **Casos seleccionados manualmente:**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>
66	“No consigo obtener un trabajo porque en todos piden el título y estoy tratando de obtener uno.”

**Tabla 28. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 5.**

### **Casos recuperados por el RBC:**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>	<b>Similitud</b>
26	“Cuando tengo que presentar un trabajo y por motivos laborales no puedo.”	0.65
66	No consigo obtener un trabajo porque en todos piden el título y estoy tratando de obtener uno.	0.64
16	Estar estudiando y me llamaron por una urgencia de trabajo, se paró toda la unidad de diálisis por que los monitores no tenían agua, había que reparar el tratamiento de agua.	0.55

**Tabla 29. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 5.**

Para este experimento solo hemos seleccionado manualmente un caso ya que solo existen dos en la librería que relaten una escena similar, esto es, el desempleo y la incapacidad de encontrar trabajo debido a distintos factores. El RBC recupera tres casos, donde dos de ellos están poco relacionados con la situación descrita en el caso base. Hay que tener en cuenta que una vez se aplican las regiones de similitud para reducir el subconjunto de casos el grado de semejanza depende de un amplio conjunto de atributos. Una solución a este problema sería asignar un mayor peso a los casos que describen factores laborales idénticos de manera que dos casos que describan un factor laboral de desempleo se encontrarían más relacionados entre sí, lo cual favorecería la elección del caso 66 como caso más similar al propuesto. En la Tabla 30 se muestra la comparación entre el caso base y el caso recuperado y en la Tabla 31 se muestra el resumen del experimento.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	50	50	1
	<i>Empleado</i>	No	Si	0
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	19	31	0.61
	<i>Apertura</i>	25	14	0.65
	<i>Reparación</i>	25	25	1
			<b>MEDIA</b>	0.75
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.5	0.75	0.75
	<i>Conciencia</i>	0.625	0.25	0.625
	<i>Extraversión</i>	0	0.625	0.375
	<i>Agradabilidad</i>	0.375	0.25	0.875
	<i>Neuroticismo</i>	0.375	0.875	0.5
			<b>MEDIA</b>	0.625
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Bajo	Bajo	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	Desempleo	Responsabilidades laborales	0
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	-	-	
	<i>Emoción</i>	Preocupado	Preocupado	1
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Alta	Media	0.8
	<i>Motivación</i>	Satisfacción personal	Satisfacción personal	1
	<i>Satisfacción</i>	Indiferente	Satisfecho	0.8
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Positivo	Relajado	0.5
	<i>Estudios</i>	Ingeniería	Ingeniería	1

Tabla 30. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 5.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.65
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.34
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.49
<b>PRECISIÓN</b>	0.33
<b>FALL-OUT</b>	0.038
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0

Tabla 31. Resumen del experimento 5.

## Experimento 6

### Caso base:

Descripción caso: “Estar rodeado de compañeros en la biblioteca que no paran de interrumpir tu estudio para preguntar dudas absurdas”. En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

### Casos seleccionados manualmente:

ID	Descripción
21	“Estudiar en una biblioteca y que exista mucho ruido que no te permita mantener un mínimo de concentración.”
22	“Que las bibliotecarias hablen en un tono normal en vez de bajito sin importarles que haya alumnos estudiando. La respuesta es que me deje de concentrar, me enfade y me vaya de la biblioteca.”
24	“Estar en la sala de estudio de una biblioteca y que haya una persona trabajando con el portátil y haciendo un excesivo ruido.”
23	“Estar en la biblioteca y que haya junto a ti gente hablando que no cambia su actitud cuando les pides que respeten las normas de silencio.”

Tabla 32. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 6.

### Casos recuperados por el RBC:

ID	Descripción	Similitud
21	“Estudiar en una biblioteca y que exista mucho ruido que no te permita mantener un mínimo de concentración.”	0.64
22	“Que las bibliotecarias hablen en un tono normal en vez de bajito sin importarles que haya alumnos estudiando. La respuesta es que me deje de concentrar, me enfade y me fui de la biblioteca.”	0.57
24	“Estar en la sala de estudio de una biblioteca y que haya una persona trabajando con el portátil y haciendo un excesivo ruido.”	0.57
42	Haber estado trabajando para un proyecto con una fecha de entrega muy próxima y mi pareja insistiendo para hablar por teléfono para solucionar un problema. Al final desconecté el móvil para poder concentrarme y más tarde hablé con mi pareja.	0.44

Tabla 33. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 6.

Como ya hemos comentado la biblioteca es un lugar donde los encuestados que de manera habitual allí estudian relatan que las interrupciones y el ruido debido a la presencia de una alta concentración de personas suponen un problema durante la jornada de estudio. El caso base seleccionado describe que el estudiante es continuamente interrumpido durante su estudio por sus compañeros lo cual se refleja en la pérdida de concentración. El RBC recupera 3 de los 4 casos seleccionados de manera manual. La precisión para este experimento es del 75%. La Tabla

34 y la Tabla 35 muestran la comparación entre el caso base y el caso recuperado y el resumen del experimento respectivamente.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	28	26	0.66
	<i>Empleado</i>	No	Si	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	27	19	0.73
	<i>Apertura</i>	33	28	0.84
	<i>Reparación</i>	20	23	0.91
			<b>MEDIA</b>	0.82
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.5	0.375	0.87
	<i>Conciencia</i>	0.37	0.25	0.87
	<i>Extraversión</i>	0.25	0.25	1
	<i>Agradabilidad</i>	0.37	0.75	0.62
	<i>Neuroticismo</i>	0.75	0.62	0.87
			<b>MEDIA</b>	0.85
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Normal	Normal	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	Interrupciones estudio	Interrupciones estudio	1
	<i>F. Familiar</i>	-	-	
	<i>Emoción</i>	Furioso	Furioso	1
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Baja	Media	0.8
	<i>Motivación</i>	Obtener trabajo	Obtener trabajo	1
	<i>Satisfacción</i>	Satisfecho	Indiferente	0.8
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Biblioteca	Biblioteca	
	<i>Actitud estudio</i>	Enérgico	Relajado	0.5
	<i>Estudios</i>	Ciencias	Ingeniería	0

Tabla 34. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 6.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.64
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.40
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.53
<b>PRECISIÓN</b>	0.75
<b>FALL-OUT</b>	0.019
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.93

Tabla 35. Resumen del experimento 6.

**Experimento 7****Caso base:**

Descripción caso: “No suelo estudiar en bibliotecas porque me engancha a las conversaciones que escucho, y a los movimientos de las otras personas de la sala, me empiezo a imaginar cosas de sus vidas”. En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
21	“Estudiar en una biblioteca y que exista mucho ruido que no te permita mantener un mínimo de concentración.”
22	“Que las bibliotecarias hablen en un tono normal en vez de bajito sin importarles que haya alumnos estudiando. La respuesta es que me deje de concentrar, me enfade y me fui de la biblioteca.”
23	“Estar en la biblioteca y que haya junto a ti gente hablando que no cambia su actitud cuando les pides que respeten las normas de silencio.”

**Tabla 36. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 7.**

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
24	“Estar en la sala de estudio de una biblioteca y que haya una persona trabajando con el portátil y haciendo un excesivo ruido.”	0.60
22	“Que las bibliotecarias hablen en un tono normal en vez de bajito sin importarles que haya alumnos estudiando. La respuesta es que me deje de concentrar, me enfade y me fui de la biblioteca.”	0.59
42	“Haber estado trabajando para un proyecto con una fecha de entrega muy próxima y mi pareja insistiendo para hablar por teléfono para solucionar un problema. Al final desconecté el móvil para poder concentrarme y más tarde hablé con mi pareja.”	0.55

**Tabla 37. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 7.**

El RBC recupera 1 de los 3 casos seleccionados de manera manual. La precisión para este experimento es del 33.3%. Al igual que en el experimento anterior la región de similitud queda definida por el estudio en la biblioteca por lo que el conjunto total de casos se filtran en base a esto. En la Tabla 38 puede consultarse la comparación entre el caso base y el caso recuperado y en la Tabla 39 se recoge el resumen del experimento llevado a cabo.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	22	24	0.66
	<i>Empleado</i>	Si	No	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	29	21	0.73
	<i>Apertura</i>	30	27	0.90
	<i>Reparación</i>	31	28	0.91
			<b>MEDIA</b>	0.85
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.87	0.75	0.87
	<i>Conciencia</i>	0.62	0.5	0.87
	<i>Extraversión</i>	0.75	0.5	0.75
	<i>Agradabilidad</i>	0.62	0.62	1
	<i>Neuroticismo</i>	0.62	0.5	0.87
			<b>MEDIA</b>	0.87
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Alto	Alto	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	Interrupciones estudio	Interrupciones estudio	1
	<i>F. Familiar</i>	-	-	
	<i>Emoción</i>	Intersado	Satisfecho	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Alta	Alta	1
	<i>Motivación</i>	Obtener trabajo	Obtener trabajo	1
	<i>Satisfacción</i>	Satisfecho	Satisfecho	1
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Biblioteca	Biblioteca	
	<i>Actitud estudio</i>	Ansioso	Positivo	0
	<i>Estudios</i>	Ciencias	Otros	0

Tabla 38. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 7.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.60
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.53
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.56
<b>PRECISIÓN</b>	0.33
<b>FALL-OUT</b>	0.038
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.27

Tabla 39. Resumen del experimento 7.

**Experimento 8****Caso base:**

Descripción caso: “Cuando se acerca la hora de estudiar tengo muchas dudas y sé que nadie me las resolverá”. En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
35	“Me causa impotencia ver que se me pide resolver problemas que no vienen en la teoría y tampoco dan ningún ejemplo ya resuelto.”
46	“En general soy bastante tranquilo y me gustan mis estudios, pero en algunos casos la motivación se pierde. La causa más frecuente es la falta de más ejemplos para entender ciertas cosas para afrontar una práctica o examen en condiciones. Si además el equipo docente es poco atento, es frustrante.”
27	“Sentirse desbordada por no saber cómo afrontar una asignatura, de donde obtener el material, como aprender.”
43	“El mal trato por parte de los profesores, la poca motivación que dan, la gran carga de trabajo que existe.”
31	“Cuando estoy tratando de resolver algún problema difícil o una práctica de alguna asignatura complicada y no consigo nada por falta de conocimientos, material... Paso horas, incluso días angustiado y durmiendo mal. Entonces busco en otros medios (internet, libros...) información hasta que lo resuelvo y me produce una gran satisfacción haber sido capaz de superarlo.”

Tabla 40. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 8.

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
39	“Algunos exámenes de la UNED son muy duros y lo paso mal durante su preparación”.	0.53
37	“Cuando después de trabajar duro en una asignatura concreta y conseguir realizar los ejercicios y llevar a cabo las prácticas suponen un altísimo grado de satisfacción personal.”	0.53
29	“Lograr entender con plenitud algo que ha costado hacerlo.”	0.52
46	“En general soy bastante tranquilo y me gustan mis estudios, pero en algunos casos la motivación se pierde. La causa más frecuente es la falta de más ejemplos para entender ciertas cosas para afrontar una práctica o examen en condiciones. Si además el equipo docente es poco atento, es frustrante.”	0.52
38	“Tener que entregar próximamente un trabajo de una asignatura y al mismo tiempo recibir la corrección de un trabajo anterior. Esta corrección ha sido durísima y en mi opinión no ha correspondido al esfuerzo dedicado.”	0.52

Tabla 41. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 8.

El caso base relata un problema académico relacionado con la falta de apoyo docente cuando en los estudios a distancia surgen dudas de algún tipo. El RBC recupera 1 de los 5 casos seleccionados de manera manual. La precisión para este experimento es del 20%. La Tabla 42 muestra la comparativa entre el caso base y el caso recuperado y la Tabla 43 el resumen del experimento.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	37	39	0.93
	<i>Empleado</i>	Si	Si	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	36	22	0.62
	<i>Apertura</i>	17	31	0.61
	<i>Reparación</i>	21	24	0.92
			<b>MEDIA</b>	0.71
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.625	0.875	0.75
	<i>Conciencia</i>	0.625	0.5	0.875
	<i>Extraversión</i>	0.75	0.25	0.5
	<i>Agradabilidad</i>	0.625	0.5	0.875
	<i>Neuroticismo</i>	0.875	0.625	0.75
			<b>MEDIA</b>	0.75
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Bajo	Normal	0.5
	<i>F. Académico</i>	Falta de apoyo docente	Obtención de malos resultados	0
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	-	-	
	<i>Emoción</i>	Triste	Disgustado	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Media	Media	1
	<i>Motivación</i>	Satisfacción personal	Ascender	0
	<i>Satisfacción</i>	Insatisfecho	Satisfecho	0.6
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Cansado	Energico	0
	<i>Estudios</i>	Ingenieria	Ingenieria	1

Tabla 42. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 8.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.53
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.40
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.48
<b>PRECISIÓN</b>	0.2
<b>FALL-OUT</b>	0.08
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0

Tabla 43. Resumen del experimento 8.

**Experimento 9****Caso base:**

Descripción caso: “Interrupciones continuamente ya que me hija quiere jugar”. En la Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
48	“Intentar entregar una práctica y no poder por tener que ayudar a los hijos.”
68	“Cuando estudio en casa mi niña no me deja estudiar ya que requiere de mi atención para que juegue con ella.”
52	“Tener planificadas ciertas horas de estudio y no ser posible realizarlas por un compromiso familiar.”
54	“Interrupción del tiempo de estudio para resolver o atender situaciones cotidianas en la vida familiar, de manera habitual.”
53	“Si estudio durante largo tiempo desatiendo la familia, por lo que muchas veces he de estudiar de noche hasta altas horas de la madrugada, por lo que el día siguiente estoy muy cansado. A pesar de ello el siguiente día la situación se repite.”
59	“Al principio de empezar el grado intentaba sacar más tiempo posible dejando de lado mis responsabilidades familiares hasta que conseguí encontrar el equilibrio.”

Tabla 44. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 9.

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
48	“Intentar entregar una práctica y no poder por tener que ayudar a los hijos.”	0.75
68	“Cuando estudio en casa mi niña no me deja estudiar ya que requiere de mi atención para que juegue con ella.”	0.68
52	“Tener planificadas ciertas horas de estudio y no ser posible realizarlas por un compromiso familiar.”	0.66
54	“Interrupción del tiempo de estudio para resolver o atender situaciones cotidianas en la vida familiar, de manera habitual.”	0.60
53	“Si estudio durante largo tiempo desatiendo la familia, por lo que muchas veces he de estudiar de noche hasta altas horas de la madrugada, por lo que el día siguiente estoy muy cansado. A pesar de ello el siguiente día la situación se repite.”	0.59
60	“Estar estudiando y enterarme de que un familiar está en urgencias y tener que ir rápido.”	0.59

Tabla 45. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 9.

El caso base describe una situación familiar en la que la hija requiere de la atención de su padre para jugar. Atender a los hijos supone una situación muy habitual entre aquellos

estudiantes a distancia que tienen descendencia. El RBC recupera 4 de los 6 casos seleccionados de manera manual para este experimento. La precisión para este experimento es del 66.6%. En la Tabla 46 se muestra la comparativa entre caso base y caso recuperado y en la Tabla 47 el resumen del experimento.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	47	45	0.94
	<i>Empleado</i>	Si	Si	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	15	12	0.9
	<i>Apertura</i>	21	23	0.93
	<i>Reparación</i>	22	29	0.78
			<b>MEDIA</b>	0.87
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.5	0.5	1
	<i>Conciencia</i>	0.375	0.75	0.625
	<i>Extraversión</i>	0.625	0.125	0.5
	<i>Agradabilidad</i>	0.375	0.25	0.875
	<i>Neuroticismo</i>	0.625	0.375	0.75
			<b>MEDIA</b>	0.75
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Normal	Normal	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	Cuidar de los hijos	Cuidar de los hijos	1
	<i>Emoción</i>	Contento	Satisfecho	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	3	3	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Casado	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Baja	Media	0.8
	<i>Motivación</i>	Obtener un título	Ascender	0
	<i>Satisfacción</i>	Satisfecho	Satisfecho	1
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Cansado	Cansado	1
	<i>Estudios</i>	Ingeniería	Ingeniería	1

Tabla 46. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 9.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.75
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.44
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.59
<b>PRECISIÓN</b>	0.66
<b>FALL-OUT</b>	0.02
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.91

Tabla 47. Resumen del experimento 9.

**Experimento 10****Caso base:**

Descripción caso: “Las discusiones en el seno familiar suelen ser habituales y afectan a mis estudios”. En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
61	“Discusiones en casa a gritos o discusiones contra mí. En especial suceden hacia mi en el momento en el que salgo del cuarto.”
60	“Estar estudiando y enterarme de que un familiar está en urgencias y tener que ir rápido.”
63	“Han ingresado a un familiar en el hospital recientemente y me ha influido en mis estudios.”

Tabla 48. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 10.

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
61	“Discusiones en casa a gritos o discusiones contra mí. En especial suceden hacia mi en el momento en el que salgo del cuarto.”	0.71
60	“Estar estudiando y enterarme de que un familiar está en urgencias y tener que ir rápido.”	0.68
49	“He tenido ingresado a un familiar en el hospital y ante tal gravedad he tenido menos tiempo para estudiar debido en parte a las preocupaciones.”	0.59

Tabla 49. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 10.

El caso seleccionado describe una situación familiar habitual. El ingreso de un familiar en el hospital supone también un problema familiar importante que afecta al estudio, de ahí que entre los casos seleccionados de manera manual existan dos que describen el ingreso de un familiar en el hospital. El RBC recupera 2 de los 3 casos seleccionados de manera manual. La precisión para este experimento es del 66.6%. En la Tabla 50 se muestra la comparativa entre el caso base y el caso recuperado y en la Tabla 51 el resumen del experimento realizado.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	23	20	0.91
	<i>Empleado</i>	No	No	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	27	30	0.9
	<i>Apertura</i>	33	23	0.66
	<i>Reparación</i>	33	27	0.81
			<b>MEDIA</b>	0.79
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.62	0.75	0.87
	<i>Conciencia</i>	0.75	0.75	1
	<i>Extraversión</i>	0.25	0.5	0.75
	<i>Agradabilidad</i>	0.62	0.62	1
	<i>Neuroticismo</i>	0	0.37	0.62
			<b>MEDIA</b>	0.85
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Normal	Bajo	0.5
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	Problema familiar	Problema familiar	1
	<i>Emoción</i>	Disgustado	Ansioso	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Media	Baja	0.8
	<i>Motivación</i>	Aprender	Aprender	1
	<i>Satisfacción</i>	Tremendamente satisfecho	Tremendamente satisfecho	1
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Positivo	Ansioso	0
	<i>Estudios</i>	Ingeniería	Ingeniería	1

Tabla 50. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 10.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.71
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.33
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.51
<b>PRECISIÓN</b>	0.66
<b>FALL-OUT</b>	0.019
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.88

Tabla 51. Resumen del experimento 10.

**Experimento 11****Caso base:**

Descripción caso: “Fallecimiento inesperado de un familiar días previos a un examen”. En la Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
60	“Estar estudiando y enterarme de que un familiar está en urgencias y tener que ir rápido.”
49	“He tenido ingresado a un familiar en el hospital y ante tal gravedad he tenido menos tiempo para estudiar debido en parte a las preocupaciones.”
63	“Han ingresado a un familiar en el hospital recientemente y me ha influido en mis estudios.”

**Tabla 52. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 11.**

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
61	“Discusiones en casa a gritos o discusiones contra mí. En especial suceden hacia mi en el momento en el que salgo del cuarto.”	0.67
49	“He tenido ingresado a un familiar en el hospital y ante tal gravedad he tenido menos tiempo para estudiar debido en parte a las preocupaciones.”	0.64
63	“Han ingresado a un familiar en el hospital recientemente y me ha influido en mis estudios.”	0.63

**Tabla 53. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 11.**

De nuevo el caso base describe un problema familiar grave como es el fallecimiento de un familiar. Los casos seleccionados a mano describen situaciones donde otros problemas familiares graves, como el ingreso en el hospital de un familiar, se encuentra presentes. El RBC recupera 2 de los 3 casos seleccionados de manera manual. La precisión para este experimento es del 66.6%. En la Tabla 54 se puede consultar la comparativa entre el caso base y el caso recuperado y en la Tabla 55 el resumen del experimento.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	45	20	0.30
	<i>Empleado</i>	No	No	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	13	30	0.43
	<i>Apertura</i>	24	23	0.96
	<i>Reparación</i>	21	27	0.81
			<b>MEDIA</b>	0.73
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.75	0.75	1
	<i>Conciencia</i>	0.75	0.75	1
	<i>Extraversión</i>	0.75	0.5	0.75
	<i>Agradabilidad</i>	0.75	0.62	0.87
	<i>Neuroticismo</i>	0.62	0.37	0.75
			<b>MEDIA</b>	0.87
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Bajo	Bajo	1
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	Problema familiar	Problema familiar	1
	<i>Emoción</i>	Triste	Ansioso	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	0	0	-
	<i>Estado Civil</i>	Soltero	Soltero	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Baja	Baja	1
	<i>Motivación</i>	Especializarse	Aprender	0.5
	<i>Satisfacción</i>	Satisfecho	Tremendamente satisfecho	0.8
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Energico_ activo	Ansioso	0
	<i>Estudios</i>	Ingenieria	Ingenieria	1

Tabla 54. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 11.

<b>SIMILITUD CASO</b>	0.67
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.40
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.52
<b>PRECISIÓN</b>	0.66
<b>FALL-OUT</b>	0.019
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.27

Tabla 55. Resumen del experimento 11.

**Experimento 12****Caso base:**

Descripción caso: “Intento aprovechar el tiempo todo lo posible. Estudio en el metro y trato de estudiar en estos viajes tanto como puedo. Tengo una hija pequeña y entonces en casa no puedo estudiar tanto ya que tengo que cuidarla”. En la

Tabla 12 se muestran los casos más similares seleccionados de forma manual y en la Tabla 13 los casos que son recuperados por el RBC.

**Casos seleccionados manualmente:**

ID	Descripción
68	“Cuando estudio en casa mi niña no me deja estudiar ya que requiere de mi atención para que juegue con ella.”
53	“Si estudio durante largo tiempo desatiendo la familia, por lo que muchas veces he de estudiar de noche hasta altas horas de la madrugada, por lo que el día siguiente estoy muy cansado. A pesar de ello el siguiente día la situación se repite.”
59	“Al principio de empezar el grado intentaba sacar más tiempo posible dejando de lado mis responsabilidades familiares hasta que conseguí encontrar el equilibrio.”
48	“Intentar entregar una práctica y no poder por tener que ayudar a los hijos.”
52	“Tener planificadas ciertas horas de estudio y no ser posible realizarlas por un compromiso familiar.”

Tabla 56. Casos más similares seleccionados manualmente para el experimento 12.

**Casos recuperados por el RBC:**

ID	Descripción	Similitud
68	“Cuando estudio en casa mi niña no me deja estudiar ya que requiere de mi atención para que juegue con ella.”	0.62
59	“Al principio de empezar el grado intentaba sacar más tiempo posible dejando de lado mis responsabilidades familiares hasta que conseguí encontrar el equilibrio.”	0.54
54	“Interrupción del tiempo de estudio para resolver o atender situaciones cotidianas en la vida familiar, de manera habitual.”	0.52
48	“Intentar entregar una práctica y no poder por tener que ayudar a los hijos.”	0.51
52	“Tener planificadas ciertas horas de estudio y no ser posible realizarlas por un compromiso familiar.”	0.48

Tabla 57. Casos más similares recuperados por el RBC para el experimento 12.

El caso base seleccionado describe una situación familiar habitual como es el cuidado de los hijos pequeños lo que limita el tiempo disponible para el estudio. El RBC recupera 4 de los 5 casos seleccionados de manera manual. La precisión para este experimento es del 80%. En la Tabla 58 se muestra la comparación entre el caso base y el caso recuperado y en la Tabla 59 el resumen del experimento realizado.

		CASO_BASE	CASO_LC	SIM.
<b>PERFIL</b>				
	<i>Edad</i>	40	44	0.88
	<i>Empleado</i>	Si	Si	
<b>INT.EMO</b>				
	<i>Atención</i>	30	23	0.76
	<i>Apertura</i>	34	28	0.8
	<i>Reparación</i>	30	15	0.53
			<b>MEDIA</b>	0.69
<b>PERSON.</b>				
	<i>Apertura</i>	0.75	0.75	1
	<i>Conciencia</i>	0.75	0.25	0.5
	<i>Extraversión</i>	0.87	0.25	0.37
	<i>Agradabilidad</i>	1	0.5	0.5
	<i>Neuroticismo</i>	1	1	1
			<b>MEDIA</b>	0.67
<b>C. PERS.</b>				
	<i>Animo</i>	Alto	Normal	0.5
	<i>F. Académico</i>	-	-	
	<i>F. Laboral</i>	-	-	
	<i>F. Personal</i>	-	-	
	<i>F. Familiar</i>	Cuidar hijos	Cuidar hijos	1
	<i>Emoción</i>	Entretenido	Conforme	0.5
<b>C.INTERP</b>				
	<i>Nº Hijos</i>	1	1	-
	<i>Estado Civil</i>	Casado	Casado	-
<b>C. ACADE</b>				
	<i>Dedicación</i>	Baja	Baja	1
	<i>Motivación</i>	Satisfacción personal	Aprender	0.5
	<i>Satisfacción</i>	Tremendamente satisfecho	Satisfecho	0.8
	<i>Accesibilidad</i>	-	-	-
	<i>Lugar estudio</i>	Casa	Casa	
	<i>Actitud estudio</i>	Positivo	Ansioso	0
	<i>Estudios</i>	Humanidades	Humanidades	1

Tabla 58. Comparación entre el caso base y el caso más similar recuperado para el experimento 12.

<b>CASOS RECUPERADOS</b>	7
<b>SIMILITUD CASO</b>	0.62
<b>PEOR SIMILITUD</b>	0.30
<b>SIMILITUD MEDIA</b>	0.45
<b>PRECISIÓN/RECALL</b>	0.8
<b>FALL-OUT</b>	0.02
<b>PRECISIÓN MEDIA</b>	0.59

Tabla 59. Resumen del experimento 12.

### ***Resumen y análisis de resultados***

En la Tabla 60 recogemos la precisión obtenida para cada uno de los 12 experimentos realizados, así como la precisión media global.

<b>EXP</b>	<b>Precisión</b>	<b>Fall-out</b>	<b>Precisión promedio</b>
#1	0.66	0.018	0.27
#2	0.80	0.02	0.96
#3	0.60	0.04	0.54
#4	0.66	0.04	0.51
#5	0.33	0.038	0
#6	0.75	0.019	0.93
#7	0.33	0.038	0.27
#8	0.20	0.08	0
#9	0.66	0.02	0.91
#10	0.66	0.019	0.88
#11	0.66	0.019	0.27
#12	0.80	0.02	0.59
	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA</b>
	0.58	0.03	0.51

**Tabla 60. Resumen de los experimentos realizados**

Hemos obtenido unos resultados aceptables considerando que la selección manual de casos se ha basado en la similitud de la descripción aportada por los alumnos (tanto a través del taller “Atrapasueños” como a través de nuestra encuesta) de situaciones frecuentes que se presentan durante su estudio causándoles una importante respuesta emocional. Esta selección ha sido realizada de manera subjetiva considerando los que, bajo nuestro juicio, eran los casos más similares al caso base. En base a esto hemos observado cómo en muchas ocasiones el RBC no solo proponía los sistemas seleccionados manualmente, sino que además el orden en el que los devolvía coincidía con nuestra lista ordenada de casos (y que se refleja en una alta precisión promedio en algunos de los experimentos de la Tabla 60).

Otro aspecto importante es la incorporación de las regiones de similitud, que permite realizar un filtrado obteniendo solo los casos que son semánticamente comparables, lo cual favorece la recuperación de casos que describen factores de rendimiento similares. En base a esto es importante que un SREASC sea capaz de catalogar el contexto personal del usuario en alguno de los cuatro factores de rendimiento presentados, ya que de esta manera puede realizar una preselección de casos semánticamente similares en vistas a aplicar posteriormente la función de similitud.

Un dato a destacar es que entre los casos seleccionados y los casos recuperados por el RBC la diferencia media de edad es de 7.4. Salvo dos casos concretos en los que la diferencia de edad entre las personas que describen ambos casos es elevada (experimentos 2 y 11), el resto de experimentos muestran una diferencia de edad muy pequeña entre los estudiantes, tal y como puede observarse en la Tabla 61. Esto confirma que los estudiantes en rangos de edad parecida tienden a compartir vivencias y situaciones más similares.

Exp	Edad caso base	Edad caso recuperado	Diferencia
#1	30	39	9
#2	55	26	29
#3	36	47	11
#4	18	18	0
#5	50	50	0
#6	28	26	2
#7	22	24	2
#8	37	39	2
#9	47	45	2
#10	23	20	3
#11	45	20	25
#12	40	44	4
		<b>Media</b>	7.4

Tabla 61. Diferencia de edad entre el estudiante que describe el caso base y el estudiante recuperado por el RBC.

Por último cabe también destacar que aspectos como el estado anímico y la emoción presente en los estudiantes resultan importantes para el proceso de selección. Destacamos que en los 12 experimentos realizados el estado anímico del caso base y del caso recuperado coinciden en el 66.6% de los experimentos (el prototipo nunca recupera un caso que presente un estado de ánimo totalmente opuesto al del caso base), mientras que para las emociones el caso base y el caso recuperado coinciden en el 33.3% de las veces. Respecto a esto último también se ha observado cómo el *signo* de la emoción coincide en el 100% de los experimentos, por lo que nunca se recupera un caso que presente un *signo* opuesto al del caso base. Esto resulta de importancia en un SREASC, ya que este debe de ofrecer soporte atendiendo a la dimensión afectiva del alumno, esto es, dando especial importancia a su estado de ánimo y sus emociones en un momento determinado. Esto puede reforzarse mediante la aplicación de pesos en la función de similitud que favorezcan la selección de casos que presenten un estado anímico o una emoción más similares a los del caso base.

## 5.4. Ejemplo de adaptación de historia

A modo ilustrativo vamos a mostrar cómo dos historias hipotéticamente recuperadas por el RBC, escritas por Alejandra Barbarelli (ver APÉNDICE 5. Biografía de Alejandra Barbarelli), pueden ser adaptadas de acuerdo a algunas de las características del perfil del estudiante. Las historias recuperadas se titulan 'La montaña' y 'La semilla' y sus metáforas sirven para afrontar las situaciones, proporcionando soporte afectivo y motivación. Estas historias podrían ser las soluciones correspondientes a los experimentos 1 y 2. En concreto, la historia de la montaña se asocia con el caso número 1 y la historia de la semilla con el caso número 3. A continuación presentamos las transcripciones de estas historias y mostramos, brevemente, algunos parámetros que pueden ser parametrizados por el SREASC de acuerdo a las características del perfil del estudiante.

### 5.4.1. Historia 1. La montaña

Esta historia se asocia con el caso número 1 que es recuperado en el experimento 2 que hemos llevado a cabo anteriormente. En concreto, la descripción del caso es la siguiente:

“Estar estudiando y sufrir interrupciones continuamente (teléfono fijo, mi pareja, etc).”

Hemos transcrito la historia que Alejandra Barbarelli ha escrito para este caso, mostrando la situación real por un lado, y por otro lado la metáfora que abstrae esta situación y la reinterpreta dándole una dimensión más profunda y un sentido más trascendente. La historia es la siguiente:

Protagonista: Pedro. Tiene 25 años. Comparte piso con 2 chicas y un chico

Tono de humor

Durante esta historia vamos a ver siempre la escena dividida en dos:

- A la izquierda, a Pedro estudiando en distintas situaciones.
- A la derecha, a Pedro subiendo una montaña

En el centro, arriba, veremos una especie de calendario / reloj que identificará los distintos momentos y mostrará el paso del tiempo...

#### Escena 1:

Calendario/Reloj: Martes 25 / 22 hs

#### A la izquierda:

Pedro está sentado frente a una mesa. Detrás de él se ven dos chicas y un chico de su edad mirando juego de Tronos en el sofá mientras comen unas pizzas. Se escuchan sus voces haciendo comentarios.

Pedro se levanta para ir a ver la serie con ellos pero duda, retrocede y vuelve a sentarse. Se nota que lo hace con esfuerzo. Mientras estudia, sigue mirando de reojo a sus compañeros. Se pone los cascos para no oírlos. Se ve sufrimiento en su cara.

**A la derecha:**

Pedro subiendo una montaña, está en una zona con poca pendiente, se tropieza con una pequeña piedra, pero enseguida sigue sin mayor problema.

**Escena 2:**

Calendario/Reloj: Jueves 27 / 19 hs

**A la izquierda:**

Pedro está sentado en la biblioteca leyendo unos apuntes. Se acerca un compañero.

Compañero: -Pedro, ¿has entendido esto?.

Pedro: -Sí, luego te explico, déjame que termine primero esto

Mientras Pedro contesta, el compañero ya se ha sentado al lado y ha puesto su Tablet sobre sus apuntes. Pedro se muestra un poco molesto, pero le contesta amable igualmente.

No se oye lo que le dice, lo vemos hablar y música de fondo.

Cuando el compañero se va, Pedro vuelve a mirar sus apuntes, y tiene que retroceder las hojas y volver a empezar. Se toma la cabeza entre las manos:

Pedro: - Uf! Siempre lo mismo... Ahora ni sé por dónde iba...

**A la derecha:**

Pedro sigue subiendo la montaña con poca pendiente, se encuentra con un arroyo. Intenta cruzar pisando piedras sin mojarse, pero resbala y se moja el calzado. Lanza insultos al aire \*\*\*\*\*.

**Escena 3:**

Calendario/Reloj: Viernes 4 18 hs

**A la izquierda:**

Pedro sentado en casa leyendo un apunte. Suena el teléfono

Pedro mira el móvil y exclama: -Uy!, del trabajo, mientras se lleva la mano a la frente con preocupación. Luego atiende

Mientras avanza la comunicación se le ve cada vez con la cara más roja, mientras dice – ¿En serio? ¿Cuándo? ¡No te puedo creer!

Finalmente dice: -¡ya voy para allá!, mientras se levanta y cierra los apuntes.

Pedro: - Uf! ¿Podrá algún día estudiar sin interrupciones?

**A la derecha:**

Pedro sigue subiendo la montaña con más pendiente, su calzado está mojado. Saca una botella para beber agua y se le cae la botella por la pendiente, al recuperarla sufre algunos arañazos. Lanza insultos al aire \*\*\*\*\*

**Escena 4:**

Calendario/Reloj: Sábado 12 - 20 hs

**A la izquierda:**

Pedro sentado en un parque leyendo apuntes con material del curso. Se escucha el sonido entrante de varios mensajes de whatsapp.

Pedro mira el móvil cada vez que suena y lo vuelve a apoyar en el banco.

Se ve la pantalla de su whatsapp: su pareja le insiste en hablar por teléfono para solucionar un problema.

Cada vez más alterado, apaga el móvil y murmura muy enfadado – ¿Será posible que no entienda que tengo examen el lunes?

**A la derecha:**

Pedro sigue subiendo la montaña, no encuentra más obstáculos pero se le ve sumamente cansado.

**Escena 5:**

Calendario/Reloj: Lunes 14 - 21 hs

**A la izquierda:**

Se ve a Pedro abriendo la puerta de su casa.

Se ven las dos chicas y el chico de la primera escena mirando juego de Tronos en el sofá mientras comen unas pizzas.

Todos dejan de ver la tele para mirar expectantes a Pedro - ¿y? preguntan los tres al unísono - ¡¡¡Aprobé!!!, exclama Pedro saltando

Todos se ponen de pie para abrazarlo y celebrar la magnífica noticia.

**A la derecha:**

Pedro sigue y llega a la cima de la montaña, el paisaje es bellissimo. Se le ve feliz.

En la historia que representa la vida real (parte izquierda) se podrían adaptar, además del aspecto del estudiante, los amigos que aparecen, los escenarios físicos, el contenido de los apuntes, etc. También podrían introducirse diferentes comodines, por ejemplo ruidos de fondo, una mascota que entra en escena en el momento del estudio, llamadas telefónicas, etc. Es decir, situaciones concretas que suceden durante el estudio y pueden estresar al estudiante. A modo ilustrativo vamos a considerar solamente la adaptación y personalización de la parte derecha de la historia, esto es, de la metáfora. En concreto nos centramos en las características físicas del estudiante y que serán fundamentales para que el alumno se identifique con el personaje visualizado en pantalla. Estas características son las siguientes:

- Altura
- Raza
- Peso
- Complexión
- Tono de piel
- Tipo de cabello
- Color ojos
- Color cabello

Los metadatos anteriores figurarían etiquetando el caso en la librería de casos para identificar los parámetros adaptables tanto en la metáfora como en la historia real, de acuerdo a las características físicas particulares del usuario de la aplicación. El personaje principal representado en la historia mostraría características muy similares a las del estudiante, facilitando así que este se vea reflejado en la historia representada.

#### 5.4.2. Historia 2. La semilla

Esta historia se asocia con el caso número 3 que es recuperado en el experimento 1. En concreto, la descripción del caso es la siguiente:

““Cuando me enfrento a una materia desconocida y no me entero de nada, pero al final cual lo saco me vengo arriba.”

Hemos transcrito la historia asociada a este caso, mostrando la situación real por un lado y la metáfora que se deriva de esta en la derecha. La historia es la siguiente:

Protagonista: Sandra. Tiene 32 años.

Tono de humor

Durante este corto vamos a ver siempre la escena dividida en dos:

- A la izquierda veremos a Sandra estudiando en distintas situaciones.
- A la derecha vamos a ver a Sandra plantando una semilla en su jardín y regándola.

Un calendario en el medio de la pantalla (zona superior) irá indicando el número de la Semana

**A la izquierda:**

Sandra sentada frente a una mesa con su portátil y rodeada de apuntes... En cada semana los apuntes van creciendo, la mesa se va llenando de papeles, rotuladores, libros, tablets, dispositivos...

Semana 1: Se ve a Sandra intentando resolver un problema - Murmura.... ¡¡¡Qué difícil!! Tengo un montón de dudas....¡¡¡y nadie a quien consultar!!!

Semana 2: Se ve a Sandra hablando por teléfono con una amiga... Dice: ¡Estoy desbordada! No sé cómo afrontar esta asignatura, de dónde obtener el material, estoy perdida.

Semana 3: Se la ve con cara de dormida, con la cabeza sobre los libros...¡No avanzo nada!

Semana 4: Se la ve con la cara desencajada, se coloca las manos en la cabeza desesperada - ¡¡¡Ay ay ay!!! ¡Se me acumulan las entregas!

Semana 5: Se la ve buscando información en libros, ya entendiendo algo... Murmura: ¡Ah, bueno! Parece que esto se resuelve así

Semana 6: Se la ve hablando por teléfono con una amiga... Dice: ¡no te lo vas a creer! Hoy me salieron todos los ejercicios.

Semana 7: Recibe la nota del examen... Ve que es una muy buen nota. Salta de alegría y dice: ¡Lo logré!

#### **A la derecha:**

Se ve a Sandra en un jardín.

Semana 1: Se la ve con una bolsa de semillas en una mano y una pala en la otra. De su cabeza sale un gráfico con una nube de pensamiento en la que se ve un signo de interrogante. Mira sucesivamente a la tierra, la bolsa, la pala, una y otra vez.

Semana 2: Se la ve removiendo la tierra, tiene sus manos y la ropa sucia... De su cabeza sale un gráfico con una nube de pensamiento en la que se ve un signo que representa "Estoy desbordada!!!"

Semana 3: Se la ve regando la tierra (no ha brotado aún la semilla) De su cabeza sale un gráfico con una nube de pensamiento en la que se ve un signo de aburrimiento.

Semana 4: Se la ve mirando la tierra y la planta que no crece... se coloca las manos en la cabeza desesperada De su cabeza sale un gráfico con una nube de pensamiento que dice "¡¡¡Ay ay ay!!!"

Semana 5: Se la ve regando la planta, ya han brotado algunas hojas. La mira con satisfacción... Una sonrisa en su cara.

Semana 6: Se la ve con una amiga en el jardín mostrándole orgullosa su planta que ha crecido y tiene cada vez más hojas.

Semana 7: Se la ve llegar al jardín y ver las primeras flores. Salta de alegría.

De manera análoga, en la parte que representa la metáfora de la historia (parte derecha) el sistema adaptaría las características físicas del personaje representado (en este caso, Sandra) a las características físicas del estudiante que hace uso del SREASC. Para ello se emplea el conjunto de metadatos indicado en la historia 1.

## 5.5. Conclusiones

El desarrollo e implementación del prototipo nos ha permitido llevar a cabo una prueba de concepto para experimentar con una función de similitud que explota la ontología desarrollada en este trabajo. El primer paso de esta prueba de concepto ha consistido en obtener datos de los resultados de la encuesta y del taller de teatro para poblar la ontología, obteniendo así una pequeña base de casos formada por 67 instancias. De estas 67 instancias un total de 12 han sido utilizadas para llevar a cabo la experimentación y evaluar la precisión y rendimiento del prototipo. Para ello hemos ilustrado en cada experimento cómo se calcula la similitud parcial entre el caso base y el caso recuperado más similar para cada par de conceptos y/o atributos.

Uno de los aspectos más importantes de nuestra experimentación ha sido la definición de diferentes regiones de similitud así como la utilización de una función de similitud propia. Las regiones de similitud se han definido en función del factor de rendimiento definido por cada caso, que pueden dividirse en factores de rendimiento académico, laboral, familiar o personal. La aplicación de estas regiones previo paso a la comparación del caso base con el conjunto de casos de la librería permite reducir el conjunto total de casos y comparar solo aquellos que son semánticamente comparables. Así, por ejemplo, si el caso base hace referencia a un factor de rendimiento familiar solo son recuperados de la librería de casos aquellos que hacen referencia a este factor. Sobre este subconjunto se aplica la función de similitud propuesta para establecer la semejanza entre el caso base y cada uno de los casos que componen el subconjunto filtrado.

Hemos llevado a cabo 12 experimentos que definen casos variados y representativos de nuestra muestra, tratando de cubrir diferentes tipos de perfiles de usuario y sus contextos. Establecemos una medida de precisión que establece el porcentaje de casos recuperados que coincide con el conjunto de casos previamente seleccionados de manera manual. Además, para cada experimento comparamos el caso base con el caso recuperado más similar, y mostramos para cada concepto/atributo de la ontología el valor de similitud obtenido tras la aplicación de las métricas aquí vistas y que componen nuestra función de similitud. A la vista de los resultados podemos observar cómo nuestro prototipo es capaz de recuperar casos bastante similares teniendo en cuenta los perfiles de usuario y sus contextos que describen patrones y características similares. En cuanto a algunas de las comparaciones de conceptos y/o atributos aquí vistas aún hay lugar para la mejora. Tal y como comentamos, algunos de los conceptos se pueden jerarquizar aún más en aras de establecer regiones de similitud más diferenciadas. Por ejemplo sería interesante volver a definir las emociones positivas o negativas a su vez en nuevos subgrupos en función del tipo de emoción o del impacto de esta sobre el estudiante. Incluso emplear para las emociones un enfoque vectorial similar al adoptado para la representación de la personalidad y de la inteligencia emocional. También los diferentes factores de rendimiento que la ontología propone pueden categorizarse aún más, creando diferentes categorías de conceptos dentro de cada uno.

Destacamos que, si bien aún existe un amplio margen de mejora, esta prueba de concepto ha sido realizada con el propósito de mostrar la potencial utilidad y empleo de un RBC basado en ontologías, haciendo uso de diferentes regiones de similitud y una función de semejanza específica que tiene en cuenta diferentes conceptos y atributos de la ontología propuesta. El prototipo implementado trata de emular el funcionamiento parcial de un SREASC real mostrando cómo en primer lugar se filtran los casos y cómo posteriormente se aplica la función de similitud para establecer un grado de semejanza entre el caso base y cada uno de los casos que componen el subconjunto filtrado en base al concepto de región de similitud semántica. Como trabajo futuro resultaría interesante incorporar comparaciones entre los textos que describen cada historia con el objetivo de, por ejemplo, realizar un primer filtrado que seleccione solo aquellos casos cuya descripción sea similar a la del caso base de acuerdo a diferentes medidas de similitud entre textos.

Finalmente, también es interesante señalar que la muestra de casos con la que hemos contado para experimentar ha resultado bastante pequeña, y esto ha influido significativamente en cómo hemos tenido que enfocar la experimentación. En el caso de haber dispuesto de un mayor número de casos hubiese resultado factible emplear algoritmos de aprendizaje supervisado tanto para definir regiones de similitud como para ajustar la función de similitud que calcula la semejanza entre casos. Sin embargo, debido al escaso número de casos disponibles y la magnitud del trabajo ya realizado en este Trabajo Fin de Máster esto debe dejarse como una posible línea de investigación futura con la que enriquecer el paradigma de los SREASC.

## Capítulo 6

### 6. Discusión de resultados y conclusiones

Con este TFM nuestro propósito ha sido realizar una aportación en el ámbito de los sistemas recomendadores educativos afectivos sensibles al contexto. En concreto, y una vez detectadas las principales carencias de estos sistemas en la actualidad, nos hemos propuesto enriquecer el paradigma de los sistemas recomendadores educativos personalizados afectivos sensibles al contexto a través de técnicas de teatro psicopedagógico. Para lograr este objetivo a lo largo de este trabajo hemos centrado nuestra investigación en tres áreas fundamentales:

- El empleo de novedosas técnicas de ingeniería del conocimiento en e-learning.
- La integración del *storytelling* digital en *e-learning*, y en particular en SREASC.
- El diseño e implementación de SREASC empleando técnicas RBC.

Debido a la magnitud y el tamaño de cada una de estas tres áreas vamos a dedicar un apartado diferente a cada una de ellas destacando las principales aportaciones de nuestra investigación, así como el trabajo más significativo que hemos llevado a cabo. Tras esto, presentamos las líneas de trabajo futuras que sugiere nuestra investigación y cerramos este último capítulo con las conclusiones extraídas.

#### 6.1. Ingeniería del conocimiento en e-learning

Nuestra investigación ha implicado un gran trabajo de ingeniería del conocimiento que merece ser destacado. En concreto ha supuesto:

- La revisión de ontologías de interés en el dominio e-learning y en la representación de mundos virtuales para su integración en los SREASC.
- Una gran labor de reingeniería para la reutilización parcial de ontologías en una ontología propia con vistas a garantizar la futura escalabilidad de nuestro prototipo.
- El desarrollo de una ontología propia basándonos en esta labor de reingeniería, y que supone una conexión entre los marcos ontológicos característicos de e-learning y de animación digital.
- La utilización de técnicas de ingeniería de requisitos participativas y novedosas que convierten al usuario de la aplicación en el elemento central del proceso. En particular

hemos empleado técnicas de teatro psicopedagógico y encuestas para la elicitación de conocimiento del dominio.

Las técnicas de ingeniería de requisitos empleadas nos han permitido obtener información relevante de los contextos de estudio habituales de los estudiantes a distancia. Mientras que las técnicas de teatro improvisado facilitan la comunicación y la compartición de historias personales que revelan nuevos contextos de estudio que incluyen la dimensión afectiva, el diseño de encuestas enfocadas al usuario final del sistema permite una participación más sencilla y anónima, pudiendo llegar a un mayor público. La combinación de ambos enfoques resulta altamente complementario ya que a través de las encuestas puede extraerse nueva información que no puede ser capturada a través de las sesiones teatrales. Destacamos en este punto que las técnicas que hemos empleado para la elicitación de conocimiento suponen dos enfoques novedosos en el campo de los sistemas recomendadores educativos, ya que hasta la fecha el enfoque más similar es el propuesto en la metodología TORMES, que pone el énfasis en la adquisición de conocimiento del dominio desde la perspectiva del profesor (O. C. Santos, J. G. Boticario, 2015).

## 6.2. Storytelling digital en educación

En los últimos años el *storytelling* digital ha comenzado a adquirir un mayor protagonismo en el ámbito educativo debido a las posibilidades tanto de enseñanza como de aprendizaje que presenta. Con la alta proliferación de los dispositivos multimedia, en la última década el *storytelling* presenta grandes beneficios ya que permite divulgar contenido académico a través de medios digitales como texto, imágenes, grabaciones, música y vídeo.

Una de las principales aportaciones de nuestro trabajo ha sido la propuesta de una arquitectura para la integración de *storytelling* digital personalizado, interactivo y dinámico en plataformas e-learning, y en particular en SREASC. Este *storytelling* digital personalizado es propuesto en este trabajo como el mecanismo mediante el cual ofrecer sesiones de *coaching* afectivo, en base a la representación de historias digitales en línea con el perfil del estudiante y su contexto particular de estudio. Al margen de nuestra propuesta, hemos tratado de garantizar además que la arquitectura sea lo más genérica posible con vistas a facilitar su reutilización por parte de cualquier aplicación educativa integrada en un SREASC que implique utilizar *storytelling* digital como un medio de aprendizaje y enseñanza. Para ello, y en relación con el apartado anterior, ha sido fundamental garantizar una conexión entre los marcos ontológicos característicos de e-learning y de animación digital.

## 6.3. Sistemas recomendadores educativos afectivos

En la educación a distancia la gran mayoría de sistemas recomendadores propuestos hasta la fecha se centra en la recomendación de cursos y materiales de aprendizaje de acuerdo a las características y preferencias de cada estudiante. Existe, sin embargo, una significativa carencia de trabajos enfocados en la dimensión afectiva del estudiante que en un determinado momento

puede presentar una serie de problemas de relevancia afectiva que lastran su rendimiento académico.

La atención a la dimensión afectiva y estado anímico de los estudiantes a distancia supone una necesidad importante debido al contexto particular en el que estos estudiantes desarrollan sus estudios. Atender y conocer cómo ofrecer una respuesta a los problemas emocionales que estos alumnos pueden presentar durante su aprendizaje supone todo un reto debido al gran crecimiento experimentado por la educación *online* en los últimos años.

En la presente investigación una de las primeras tareas que abordamos fue analizar la literatura sobre algunos de los conflictos más recurrentes entre los alumnos de la educación a distancia, con el propósito de conocer con mayor grado de detalle este perfil de alumno y reflexionar sobre cómo ofrecer un mejor soporte afectivo. Entre los problemas más habituales encontramos la compaginación de los estudios con otra serie de responsabilidades tales como las responsabilidades familiares o las laborales, que limitan ostensiblemente el tiempo de estudio. La ausencia de un contacto más personal tanto con compañeros como con profesores añade también una cierta complejidad al aprendizaje y que en muchas ocasiones puede desembocar en el abandono académico antes de completar el programa de estudios.

Los SREASC tienen el potencial de ofrecer soluciones muy variadas. En nuestro trabajo nos hemos enfocado en el ofrecimiento de sesiones de *coaching* virtual que, a través de la recuperación y adaptación de historias de perfil similar, permitan ofrecer un soporte afectivo al alumno mediante la visualización de situaciones similares a las que él experimenta y de cómo han sido resueltas. Este contenido digital se caracteriza por su gran poder terapéutico al contener una alta carga emotiva, que puede ser de gran utilidad para recuperar el ánimo y la motivación entre aquellos que creen haberla perdido (ver APÉNDICE 1. Teatros para la transformación).

### 6.3.1. RBC como técnica de recomendación

El desarrollo de un prototipo que simule el funcionamiento de un sistema recomendador de historias ha implicado tanto el desarrollo de una ontología, reutilizando conocimiento ya existente en los dominios *e-learning* y mundos virtuales, como de un sistema RBC para la recuperación de historias mediante la utilización de una función de similitud basada en la ontología propuesta. La función de similitud tiene en cuenta atributos de perfil relevantes, así como información del contexto de estudio, para recuperar aquellas historias más en línea con la situación particular que atraviesa un estudiante en un momento determinado. Como aportación relevante en este ámbito tenemos que destacar que esta función tiene en cuenta, de forma inédita hasta la fecha, tanto la personalidad como el estado afectivo, anímico e inteligencia emocional del estudiante. Esto ha surgido tras la constatación de que hasta la fecha la gran mayoría de los trabajos en el ámbito de los SREASC no han cubierto de manera íntegra los problemas asociados con el ánimo y las emociones de los estudiantes en entornos *e-learning*.

El sistema RBC propuesto es capaz de recuperar historias empleando la mencionada función de similitud. Destacamos que nuestro enfoque incluye además el concepto de región de similitud con el objetivo de descartar aquellos casos que son menos similares semánticamente.

Mediante la prueba de concepto hemos observado la potencialidad de las técnicas RBC como mecanismo de recomendación y que hasta la fecha apenas han sido utilizadas en los SREASC. A modo de ejemplo hemos ilustrado también cómo sería la segunda parte del ciclo de vida del RBC describiendo textualmente la adaptación de una de las historias recuperadas. Hacemos notar que existe un obstáculo posible para la aplicación de la función de similitud ampliamente reportado en la literatura: la necesidad de disponer de suficientes datos de contexto y perfil. Es esta una cuestión que queda pendiente de abordar en trabajos futuros.

Finalmente, la función de similitud que hemos propuesto, sin precedentes a la literatura académica sobre SREASC, además de incorporar el concepto de región de similitud, tiene en cuenta diferentes conceptos/atributos del perfil del estudiante y sus contextos de estudio. Como ya reportamos en el resumen y análisis de resultados llevado a cabo en la sección 5.3.5 algunos atributos como la edad han resultado críticos para la selección de casos, ya que a la vista de los resultados obtenidos hemos apreciado cómo el RBC tiende a agrupar estudiantes en rangos de edad similares. Esto reafirma nuestra hipótesis de que los alumnos de edad parecida comparten situaciones y vivencias más relacionadas. El estado anímico y las emociones también resultan importantes para la selección de casos similares ya que el RBC tiende a seleccionar casos que comparten el mismo estado anímico y la misma emoción (o, al menos, una emoción del mismo *signo*) con el caso base. De cara a mejorar el desempeño de esta función de similitud, la incorporación de pesos podría destacar la importancia de los conceptos y atributos más relevantes (como por ejemplo el estado emocional o anímico así como la edad) asegurando así que el caso recuperado muestre una particular similitud en estos conceptos con el caso base.

#### 6.4. Líneas de trabajo futuras

En esta investigación hemos sentado las bases para enriquecer los sistemas recomendadores afectivos en educación a través del empleo de *storytelling* digital, dinámico y personalizable. Nuestra propuesta de arquitectura genérica y reutilizable facilita, más allá de los propósitos de nuestro trabajo para la difusión del *coaching* afectivo en *e-learning*, la utilización del *storytelling* en cualquier aplicación educativa en el paradigma de los SREASC. Sin embargo, debido a la gran extensión de nuestro trabajo y como hemos ido anticipando a lo largo de esta memoria, quedan pendientes diferentes líneas de trabajo futuro a través de las cuáles dar continuidad a la investigación realizada. Entre las principales destacamos:

- Rediseñar la encuesta con el objetivo de hacerla llegar a un público mayor. Esta encuesta debería ser revisada por parte de un grupo de expertos más completo que el que ha colaborado en el presente proyecto.
- Experimentar con funciones para el procesamiento de lenguaje natural para evaluar la proximidad semántica de las descripciones textuales que aportan los alumnos. La similitud en base a métricas ontológicas serviría como un filtrado inicial de casos que las funciones de comparación de textos podrían refinar o viceversa.

- Experimentar asimismo con técnicas de minería de textos y procesamiento de lenguaje natural para la generación automática de historias.
- Ajustar y refinar la función de similitud propuesta empleando para ello algoritmos de aprendizaje supervisado. La inclusión de pesos o coeficientes también favorecería la selección de algunos conceptos o atributos destacados.
- Desarrollar un sistema RBC completo que, además de la recuperación de historias, permita también adaptar y personalizar las historias recuperadas.
- Investigar la problemática y potencialidad de nuestra propuesta en el caso particular de estudiantes con diversidad funcional, con el fin de fomentar una enseñanza inclusiva.
- Investigar las posibilidades en cuanto a representación visual de las historias recuperadas y adaptadas por parte del sistema recomendador de historias (en particular implicando tecnologías de realidad virtual inmersiva).
- Estudiar las cuestiones éticas que suscita la propuesta de este TFM relacionadas principalmente con el derecho a la intimidad y la privacidad y los potenciales impactos psicológicos.

## 6.5. Conclusiones

Concluimos este Trabajo Fin de Máster resumiendo los objetivos alcanzados con la presente investigación.

- Hemos planteado un estudio exhaustivo y detallado del estado del arte de tres campos clave para nuestra investigación. Esto ha implicado:
  - Analizar las tendencias actuales en los SREASC e identificar cuáles son las principales carencias observadas hasta la fecha, con el propósito de conducir nuestra investigación hacia el aporte de contribuciones de interés en el ámbito de estos sistemas.
  - Estudiar la idoneidad de los sistemas de razonamiento basados en casos como mecanismos de recomendación para la personalización de historias animadas en *e-learning*; analizar la literatura relevante que ha empleado estos sistemas en el ámbito educativo y en particular de los sistemas recomendadores
  - Revisar diferentes ontologías de interés para la representación de modelos de estudiantes, estados afectivos, personalidad y mundos virtuales.

- Hemos enriquecido el paradigma de los SREASC con el propósito de ofrecer sesiones interactivas de *coaching* afectivo. Para ello destacamos las siguientes contribuciones clave.
  - Desarrollar una arquitectura de propósito general y reutilizable para la integración de *storytelling* digital, personalizable e interactivo en *e-learning*. La personalización automática de historias digitales en base a contextos es un camino de gran atractivo aún no explorado en el campo del *storytelling* digital.
  - Poner de manifiesto la gran utilidad de diferentes técnicas de ingeniería de requisitos basadas en técnicas de teatro de transformación y encuestas. Ambas técnicas son muy participativas y centradas en el propio estudiante, por lo que suponen un enfoque novedoso y no explorado hasta la fecha en los sistemas recomendadores educativos.
  - Llevar a cabo una gran labor de reingeniería investigando y explorando la integración y reutilización de diferentes ontologías destacadas en los dominios de *e-learning* y de representación de mundos virtuales para el desarrollo de una ontología común, compartida e integrable en los SREASC.
- Hemos planteado y realizado una prueba de concepto a través de la implementación de un prototipo que simula el funcionamiento de un sistema recomendador de historias, y que sirve para dar validez a nuestra investigación. En cuanto a esta prueba destacamos.
  - El desarrollo de una función de similitud novedosa para la comparación de casos basada tanto en el perfil del estudiante como en su contexto de estudio.
  - El uso de CBR basado en ontologías con esta función de similitud en sistemas recomendadores educativos como técnica de recomendación, camino muy poco explorado del que no existen precedentes en la literatura científica con la potencia y profundidad de nuestro enfoque.

## Apéndices

### APÉNDICE 1. Teatros para la transformación

Comúnmente se ha asociado el concepto de teatro con el mundo del espectáculo o del entretenimiento. Sin embargo el teatro es capaz de trascender mucho más allá de estos conceptos y puede mejorar y transformar el mundo en el cual vivimos. Según Jonathan Fox<sup>18</sup> el teatro puede ayudar a una sociedad a afrontar sus crisis sociales más profundas de una manera no accesible para otras formas de arte o para la psicología. Más allá del teatro convencional, aquel en el cual se interpretan papeles, se representan escenas, existe un decorado, luces, un director y muchos otros elementos, existen otra gran variedad de teatros que si bien se presentan algo distantes entre sí guardan algunos aspectos muy cercanos: la creación teatral a partir del diálogo y el contacto con el público y la comunidad, la espontaneidad, la actitud de juego, el encuentro, la conexión a través del factor tele, la búsqueda de transformar algo de la realidad, etc.

De acuerdo a (Espinosa, 2015) nuestra sociedad es una sociedad cada vez más consumista, que se alimenta por sus propios egos y donde tiende a primar el yo y los problemas de los demás resultan ajenos a uno mismo. Es una sociedad también marcada por la violencia, el radicalismo o el fanatismo donde el ser humano pierde rápidamente su humanidad y esencia a pasos agigantados. Bajo este contexto surgen diferentes corrientes de teatro que buscan realizar una reflexión social conjunta y una mayor acción comunitaria sobre nuestras relaciones y la influencia entre la sociedad y la economía, nuestras perspectivas y el sentido de la vida, las posibles maneras de humanizar la convivencia, como favorecer nuestra libertad de ser, de sentir, de expresarnos y de crear. En definitiva, este teatro busca una transformación social. Pero, ¿qué significa transformación? Podemos entender por transformación aquel cambio radical que está fuera de nuestro alcance y que no es posible predecir ya que de lo contrario solo se produciría un cambio o un acomodamiento de la realidad actual. Social significa que repercute beneficiosamente en toda la sociedad o en algún grupo social.

Las artes escénicas, y el teatro en concreto, han sido empleadas desde hace décadas por diferentes grupos de profesionales que han querido promover un cambio social produciendo así un impacto individual y comunitario. El teatro puede constituir un lugar de encuentro donde la expresividad, la participación y el desarrollo personal y colectivo permiten superar las barreras colectivas e individuales, mostrar las dificultades y las situaciones injustas o de opresión con el objetivo de facilitar la búsqueda del bienestar personal, la felicidad y las realidades más respetuosas con el ser humano. Estas prácticas artísticas poseen un gran potencial transformador ya no solo a nivel individual, si no también grupal y comunitario ya que facilitan la construcción de vínculos solidarios, canalizan los deseos y las necesidades compartidas, promueven la participación en grupo y suponen un espacio de creación compartida. En

---

<sup>18</sup> Jonathan Fox y Jo Salas fueron las primeras personas en fundar una compañía de teatro playback en 1975.

definitiva, a través del teatro las personas desarrollan la autoestima y liberan al cuerpo, oprimidos por lo cotidiano, por la sociedad.

Josep María Font i Font dice lo siguiente (Font): “Así pues, dentro de este amplio contexto el teatro nace con una finalidad expresiva y liberadora para la persona, va más allá del propio marco cultural y se convierte en útil educativo en el momento en que los educadores/as aprenden a prescindir de las fórmulas de trabajo en grupo, trabajo creativo, teatro de imagen, teatro invisible, teatro fórum, Match de improvisación... o cualquier técnica o proceso que pueda salir de las estrategias y los recursos para encontrar la propia realidad expresiva en el grupo de trabajo, y a partir de esta crecer individual y colectivamente”. En línea con lo anterior Augusto Boal, desarrollador del Teatro del Oprimido<sup>19</sup>, dijo lo siguiente (Boal): “Creo que el teatro debe traer felicidad, debe ayudarnos a conocer mejor nuestro tiempo y a nosotros mismos. Nuestro deseo es conocer mejor el mundo en el que vivimos para poder transformarlo de la mejor manera. El teatro es una forma de conocimiento y debe ser también un medio de transformar la sociedad. Puede ayudarnos a construir el futuro, en vez de esperar pasivamente a que llegue”.

Las diferentes técnicas de teatro de transformación pueden resultar especialmente útiles con el propósito de proporcionar un soporte afectivo integral al estudiante a distancia. Mediante el empleo de algunas de estas técnicas se puede lograr la descripción y representación de situaciones habituales que forman parte de la vida cotidiana de un estudiante que cursa estudios a distancia y que pueden suponer auténticos retos en la consecución de sus objetivos y metas. Estas técnicas también permiten apelar al aspecto emocional del alumno mediante la representación de diferentes escenas y situaciones con las cuales puede verse identificado, acentuando y potenciando las mismas con, por ejemplo, el empleo de música adecuada que puede despertar aún más diferentes tipos de emociones y estímulos en el estudiante.

A continuación se introduce de manera breve algunos de los diferentes teatros de transformación existentes con el objetivo de ubicar al lector en el contexto de las diferentes técnicas teatrales empleadas para acometer la transformación de la sociedad de la cual formamos parte.

## **Teatro espontáneo**

De acuerdo a (Garavelli, 2003) “el TE reconoce sus raíces en el teatro de la espontaneidad, creado por Moreno a principios del siglo XX y en el teatro Playback ideado por Jonathan Fox en 1975. Abre un territorio que comunica el teatro con el psicodrama, lo artístico con lo terapéutico. Este teatro consiste, básicamente en la narración de historias a cargo de las personas que asisten a la función. Las historias son representadas en el mismo momento, por un equipo de actores entrenados, incluyendo la improvisación, la música y la danza. Se trata de un teatro de transmisión oral, sin libreto; un teatro de improvisación que se desarrolla a partir de los relatos narrados por la audiencia en un proceso de creación colectiva”.

---

<sup>19</sup> El Teatro del Oprimido es un método y formulación teórica de un teatro pedagógico que facilita la transformación social.

Hablamos por tanto de un tipo de teatro donde toda persona asistente tiene voz y puede expresar sus emociones a través de historias propias borrando así las fronteras entre la audiencia, los actores y los dramaturgos. Un teatro donde cada persona se potencia apostando por lo grupal, por el encuentro, por la interacción como potencial para transformar al individuo y a la sociedad.

Una de las principales características en el teatro espontáneo es la gran improvisación puesta en escena por parte de los actores. Estos, guiados por el moderador o director, deben de ser capaces de dar sentimiento y vida a las historias y experiencias contadas por los miembros del público. Esta labor es fundamental ya que de su interpretación tiene que salir una representación que muestre vida, sentimiento, emoción así como todos aquellos detalles que el narrador no había compartido y permanecían ocultos detrás de la historia. La música es también un factor importante ya que acompaña a los actores para dotar de una mayor ambientación cada escena representada. El público a su vez se vuelve protagonista crítico de su propia historia ya que es quien cuenta experiencias o problemas a escenificar, abriéndose de esta manera a los demás, a contar y expresar sus emociones y sentimientos retraídos y observarse a su vez protagonista dentro de su propia historia.

## **Teatro playback**

El teatro playback es una forma de teatro de improvisación en la que un moderador invita a las personas del público a contar las historias que les hayan sucedido para que posteriormente los actores y los músicos las interpreten. Esto permite que el propio narrador pueda contemplar desde otra perspectiva su propia historia incluso apreciando otro sentido más profundo de lo contado al observar la historia “detrás de la historia” recreando así los sentimientos y emociones asociados a experiencias que se pueden volver a ver y a vivir. Esta corriente de teatro favorece la vivencia del encuentro humano y tiende puentes entre lo normal y lo anormal, entre lo individual y lo colectivo, entre lo ético y lo estético.

El teatro playback es más que un mero entretenimiento ya que facilita una estructura y un ritual para la comunicación social y artística entre un individuo y un grupo social. Este teatro valora las experiencias personales y permite a las personas ponerse en la situación de ver su vida de una manera distinta fortaleciendo así el intercambio comunicativo. Si bien esta técnica de teatro guarda muchas similitudes con el teatro espontáneo (en resumen en ambas técnicas se desarrolla e interpreta una historia contada por alguien del público) existen diferencias palpables en la estructura de la actuación y en las formas teatrales empleadas durante la interpretación de las historias. Por ejemplo, en el teatro espontáneo las formas de representación resultan más flexibles y el papel del moderador en uno y otro es diferente ya que mientras que en el teatro playback el mismo participa de manera activa en la creación de la historia en el teatro espontáneo esta figura parece tener un rol más secundario y de apoyo.

## Teatro debate

El teatro debate es una modalidad de arte escénica que deriva del campo de la improvisación teatral. Es una forma de teatro espontáneo orientada a trabajar con grandes grupos de personas para abordar un tema específico. Esta técnica emplea características básicas del teatro espontáneo como la improvisación dramática, es decir, la ausencia de un guion, la construcción colectiva de la representación teatral y la premisa de no repetir nunca un texto ya producido.

El gran desafío del T-D radica en que consiste en un teatro de participación diferente al convencional. El público que lo produce es un público no entrenado ni preparado para actuar en escenarios y cuya capacidad de improvisación no está muy desarrollada por lo que supone todo un desafío. Las escenas improvisadas son una herramienta al servicio del debate y cuyo objetivo es enriquecer al grupo en su conjunto, hacer que este se mueva profundizando, ampliando y desvelando su conciencia. El espacio de actuación en el T-D es un círculo donde se ubican los presentes con el objetivo de que todo lo que allí sucede pueda ser observado por todos. En una primera fase sucede el calentamiento y el coordinador propone una temática de debate sobre la cual el público asistente comienza a debatir y a intercambiar impresiones. Los actores, que no toman parte en el debate, escuchan atentamente ya que las escenas que representarán posteriormente se nutrirán de lo que perciban del debate entre el público. Esta forma de teatro facilita la comunicación y el intercambio de opiniones y fomenta a su vez el entendimiento y comprensión de distintos puntos de vista entre un gran grupo de personas lo cual se traduce en una mejora en la capacidad de escucha y de comprensión de las personas involucradas.

## Teatro foro

El teatro foro surge en Brasil en los años 70 de la mano del dramaturgo, escritor y director de teatro brasileño Augusto Boal e inspirado en la pedagogía crítica de Paulo Freire. En poco más de una década el teatro foro ha logrado “superar los límites de los palcos teatrales para difundirse en todos aquellos ambientes que, en un primer momento, poco tienen que ver con el teatro y mucho con la necesidad de diálogos colectivos para entender la realidad social en la que estamos sumergidos” (Espinosa, 2015). En multitud de sitios diversos, como escuelas, plazas públicas o edificios ministeriales, han surgido experiencias de Teatro-Foro donde el público se ha visto sorprendido con la capacidad de verse involucrados en reflexiones profundas sobre conflictos diarios tales como la economía, la política y la cultura gracias al simple acto de levantarse de su butaca y tomar lugar en la escena.

Esta corriente de teatro, que podemos catalogar como una ficción teatral, se presenta ante un público que puede detener la obra en cualquier momento con el objetivo de reemplazarse por algún actor o actriz e intentar, desde su propia perspectiva, aportar soluciones diferentes al conflicto puesto en escena, abriendo así el espacio a un diálogo integral y radical entre el grupo actoral y el público. Se trata de un proceso simple pero impactante que logra, en una sociedad orientada al espectáculo, ser empleado para diversos objetivos y ser capaz de aportar resultados diversos sin la necesidad de hablar realmente de un proceso de transformación social. En definitiva, el teatro foro facilita el diálogo entre las personas a través de la participación del

público para que este tome parte en el conflicto mediante su propia voz y transmita su punto de vista acerca de la problemática puesto en escena.

## **Teatro social**

Resulta realmente complejo realizar una definición adecuada de lo que es el teatro social y en qué consiste debido a la complejidad del concepto en sí mismo. En su nacimiento, el teatro social fue definido como un arma revolucionaria, una nueva herramienta diseñada para el cambio social. Más en la actualidad, el teatro social propone un manifiesto de lucha entre las clases existentes en diferentes sociedades, una lucha entre los que oprimen y los que se encuentran a merced del opresor. Por tanto, el teatro social hace especial hincapié en las realidades dramáticas de interés de los grupos humanos, priorizando lo colectivo sobre lo individual. Así el teatro social supone un ejercicio de responsabilización, de compromiso para el cambio o de la transformación de la sociedad desde un lugar activo y de participación.

Manuel Muñoz<sup>20</sup> define el teatro social de la siguiente manera “(...) consideramos Teatro Social a aquellos procesos de intervención y sistematización realizados con personas y colectivos utilizando las múltiples técnicas del arte teatral y con unos objetivos graduales de transformación social”. De esta manera, el teatro social tiene por objetivo emplear el teatro y sus técnicas dramáticas como un instrumento eficaz para la comprensión y la búsqueda de nuevas alternativas a problemas sociales, interpersonales y/o personales. El objetivo final no es otro que estimular e incentivar a quien participa en él a expresar sus vivencias de situaciones cotidianas a través del arte teatral.

## **El teatro de transformación como terapia**

En la actualidad existen una gran variedad de tratamientos que sirven para mejorar aspectos de la psique de las personas. Estos tratamientos van desde el empleo de sesiones de relajación a fórmulas deportivas que agrupan diferentes disciplinas o incluso estudios sobre los efectos de la música en pacientes (conocido tradicionalmente como musicoterapia). El teatro, como arte escénica y elemento transformador, es una de las más utilizadas ya que aporta muchísimas ventajas. Hablamos entonces de teatroterapia.

El concepto de teatroterapia es empleado para describir el uso del teatro y sus técnicas y fórmulas de actuación de forma intencional y especializada para realizar un tratamiento psicológico y siempre con un fin terapéutico. Se trata de una fórmula experimental y activa que fuerza al paciente a ser el protagonista activo de su propio tratamiento. El arte dramático es empleado como elemento sanador en compañía de un asesoramiento terapéutico que busca ayudar al paciente a contar su propia historia con el objetivo de llegar al conflicto interior o problema principal, profundizando en él, mejorándolo e incluso erradicándolo. Este estilo de terapia surge a partir de la observación de que en las terapias verbales tradicionales, como

---

<sup>20</sup> Manuel Muñoz: <http://www.redteatrosocial.blogspot.com.es>

puede ser el cara a cara con un psiquiatra, estas pueden resultar excesivamente rígidas e incómodas para algunos pacientes.

A través de este enfoque se espera que el paciente participe de manera activa y reconozca, explore y transforme aquellas conductas que son nocivas o negativas para sí mismo. Esta terapia se aleja de las terapias clásicas donde el paciente es un objeto pasivo que se limita a seguir las órdenes del médico especialista ya que el paciente toma el control y participa de forma activa involucrándose en su condición para mejorarla. Entre las ventajas de la teatroterapia quizás la fundamental es que exige al paciente plena participación mediante la involucración del cuerpo, la mente y las emociones. El paciente se sumerge así completamente en el proceso y la terapia muestra una efectividad mayor. Puede observarse el teatro simplemente como un taller más de motivación como medio para relacionarse y desinhibirse pero realmente posee una gran serie de ventajas que mejoran la calidad de los individuos sometidos a tratamiento. Por ejemplo, a nivel organizacional este teatro desarrolla la autoestima ya que genera instancias en las que los integrantes del grupo se sienten respetados, escuchados y legitimados por otros. A nivel individual permite al individuo explorar sus limitaciones y conectarse con sus fortalezas para equilibrar los variados roles del día a día. En resumen, podemos agrupar esta serie de ventajas en los siguientes puntos:

- **Autonomía:** mejora la independencia en pacientes con algún tipo de discapacidad mental y potencia sus habilidades. Mejora las conductas y los funcionamientos emocionales y cognitivos por lo que se produce una mejora de la confianza y la seguridad en uno mismo.
- **Capacidad expresiva:** desarrolla la creatividad y las formas de expresarse lo que implica un desarrollo personal mayor y una mejora en las relaciones con las personas del entorno.
- **Entorno de cambio:** permite a los pacientes romper su zona de confort enfrentándolos a nuevos escenarios y situaciones que deben de hacer frente y aprender a manejarse. Esto implica un fortalecimiento de la calidad de vida del paciente.
- **Apoyo para los síndromes de falta de atención:** este tipo de terapias son especialmente enfocadas al trabajo con niños, donde se trabaja la posibilidad de estar “presente” en una situación, mejorando la atención y el control de la situación sin que el paciente sienta la necesidad o ansiedad de estar allí.
- **Otras enfermedades psicológicas:** la teatroterapia obtiene buenos resultados con algunas enfermedades psicológicas tales como el asperger, discapacidad intelectual, demencias, trastornos bipolares o trastornos obsesivos compulsivos.
- **Enfermedades físicas:** con la teatroterapia no solo la mente se beneficia, si no que los ejercicios físicos que se llevan a cabo durante la representación ayuda a mantener el cuerpo activo disminuyendo el estrés y la depresión.

La teatroterapia es un complemento perfecto para aquellas personas afectadas por dificultades psíquicas que requieren de una ayuda adicional en un entorno divertido, creativo y

positivo. Supone un fuerte punto de apoyo en personas que tienen dificultades para llegar a enfrentarse a sus problemas o para encontrarse con sus propias emociones. Pero, más allá de eso, estos tipos de teatro también pueden utilizarse por aquellos que solo deseen mejorar su bienestar, reforzando su autonomía y su confianza en sí mismos. Participar en algunas de las técnicas teatrales que introdujimos con anterioridad permiten al paciente enfrentarse a situaciones que de manera normal evitaría y que mediante el teatro hace frente en una realidad alternativa, expresando así sentimientos contenidos y ayudando a liberarlos y superarlos.

En este trabajo se propone el empleo de algunas técnicas teatrales de uso en distintas corrientes, como el teatro espontáneo, como técnicas de ingeniería de requisitos con el objetivo de acceder no solo a los aspectos cognitivos de la persona sino también a sus emociones y sentimientos. De esta manera se buscan dos cosas: en primer lugar que los usuarios compartan sus historias, se abran, transmitan sus sentimientos y sus emociones y en segundo lugar que empaticen con otras historias que, si bien pueden estar lejanas en cuanto a tiempo o espacio, pueden estar muy próximas en cuanto a forma y sentimiento. Se busca por tanto apelar a las emociones y los sentimientos de los usuarios para obtener características del perfil de estudiante y su contexto de estudio relevantes.

## APÉNDICE 2. Narrativa inteligente por computador

La narrativa inteligente es la habilidad de crear, entender y responder afectivamente a las historias. Mediante el desarrollo de narrativa inteligente por computador se busca lograr que los ordenadores sean capaces de comunicar, educar, animar y relatar historias mediante el entendimiento y comprensión de nuestras necesidades de manera automática. Patrick H. Winston (P. H. Winston, 2011) sostiene que la narrativa inteligente es una de las habilidades que hace al ser humano diferente de otros animales así como de otro tipo de inteligencia artificial no humana. La investigación en el campo de la narrativa inteligente por computador se ha centrado principalmente en la creación de sistemas inteligentes capaces de responder a preguntas acerca de historias, a generar contenido ficticio y nuevos artículos, a responder afectivamente a las historias construidas y a representar el conocimiento contenido en narrativas de lenguaje natural.

El primer interés en este campo surge en los años setenta cuando diferentes grupos de investigadores tratan de encontrar cual es la estructura formal compartida por cada elemento narrativo y cuál es el funcionamiento de los procesos de comprensión y generación de historias con el objetivo de implementar estos en un ordenador. Algunos de estos trabajos pioneros son, por ejemplo, *Novel Writer* (S. Klein, J.F. Aeschliman, D. Balsiger, S. L. Converse, C. Court, M. Foster, R. Lao, J. D. Oakley, J. Smith, 1973) o TALE-SPIN (Meehan, 1977). Ya en la década de los 80 surgen otros dos trabajos destacables, UNIVERSE (el primer sistema narrador que prestaba especial atención a la creación de personajes) (Lebowitz, 1983) y AUTHOR (Dehn, 1981). Sin embargo, cabe mencionar que hasta la década de los 90 muchos de los trabajos en este campo fueron abandonados a favor de otros trabajos más prácticos y provechosos a corto plazo debido en parte a las grandes limitaciones técnicas de la época.

Es en las últimas décadas cuando este campo ha recibido un gran impulso suscitando el interés de muchos investigadores que han llevado a cabo una gran variedad de investigaciones de diversa índole. El crecimiento experimentado en los últimos años está ligado a la creciente necesidad de explotar de forma más exhaustiva las grandes capacidades que ofrecen los ordenadores hoy en día así como de disponer de sistemas y herramientas capaces de generar de manera automática historias y contenido. Respecto a esto cabe mencionar como por ejemplo en algunas industrias, como la de los videojuegos o del entretenimiento, la producción y creación de contenido supone uno de los mayores cuellos de botella (F. Peinado, and P. Gervás, 2006). Las empresas invierten grandes sumas de dinero en guionistas y animadores en aras de construir historias o guiones que doten al producto de una trama con un fuerte atractivo o encanto para enganchar al público objetivo. Estas inversiones superan las inversiones realizadas en desarrolladores o técnicos ya que inventar y elaborar historias es más costoso que desarrollarlas debido en parte a las limitaciones creativas o la escasez de ideas con la que los artistas pueden encontrarse en algunos momentos.

Debido al gran crecimiento sufrido por el campo desde comienzos de siglo sería excesivamente laborioso realizar un análisis profundo sobre la gran variedad de publicaciones e investigaciones que se han realizado acerca de la narrativa inteligente por computador. Por ello vamos a enfocar nuestro estudio sobre distintas publicaciones que guardan una mayor relación con nuestra línea de investigación. En este caso se trata de trabajos que en su mayoría se han centrado en el empleo de sistemas de razonamiento basado en casos en combinación con

ontologías para la construcción de narrativas por computador. En relación con esto se incluyen algunos trabajos que emplean repositorios de historias compartidas en Internet para el desarrollo de nuevas narrativas adaptadas a los intereses del usuario. Por último, se incluye una pequeña revisión acerca de algunos de los sistemas de narración inteligente por computador más destacados que han sido desarrollados en las últimas décadas.

### **La importancia de la improvisación en la narrativa por computador**

Dentro de la narrativa por computador podemos distinguir entre trabajos que se han centrado en dominios cerrados (en inglés comúnmente conocidos como *closed-world domains*) y otros trabajos que se han enfocado en explorar más exhaustivamente la capacidad interactiva de los sistemas mediante la aplicación de dominios abiertos (también conocidos como *open-world domains*). Gran parte del trabajo realizado en este campo, especialmente hasta comienzos de siglo, se ha centrado en la exploración de dominios cerrados, esto es, un mundo virtual, un juego, o un entorno simulado restringidos por un conjunto de personajes, objetos, lugares y acciones que pueden coincidir en una historia. Estos dominios se caracterizan especialmente porque el *mundo* narrativo puede ser modelado mediante un conjunto finito de representaciones empleando para ello típicamente formalizaciones lógicas. Una de las principales implicaciones de utilizar este enfoque radica en que la creatividad y la capacidad de interacción se encuentran limitadas ya que el conjunto de posibilidades a la hora de desarrollar una historia están restringidas por el conjunto de representaciones escogido en un principio. En definitiva, en estos dominios hay poco margen para la improvisación y en muchos casos el trascurso de las historias puede ser predicho y anticipado.

En cuanto a los dominios abiertos la narrativa suele poseer un rasgo más interactivo, esto es, los usuarios son capaces de crear o influir en la línea dramática mediante acciones asumiendo el rol de un personaje en un mundo virtual ficticio, realizando órdenes a los personajes controlados por el sistema o directamente manipulando el estado ficticio del entorno virtual. La narrativa improvisada involucra una o más personas en la construcción de una historia en tiempo real sin conocimiento previo de un tema concreto. Este tipo de narrativa es a menudo empleada en teatro improvisado donde dos o más personajes reciben consejos y sugerencias de un tema a través de la audiencia en la interpretación de una historia. Este teatro posee la habilidad de crear historias completas sin ningún tipo de planificación previa y donde las historias simplemente emergen y nadie puede anticipar el trascurso de las mismas. En (I. Swartjes, J. Vromen, 2007) se exponen algunos principios básicos del teatro improvisado que deben de seguirse con el objetivo de garantizar historias improvisadas adecuadas.

En cuanto a las características particulares de la narrativa improvisada podríamos citar las siguientes:

- Sucede en mundos abiertos, esto es, el conjunto de posibles acciones que un personaje puede realizar es el conjunto de todos los pensamientos posibles que un humano puede expresar a través del lenguaje natural. Hablamos de un dominio infinito.

- Relaja el requisito de que las acciones son estrictamente lógicas. Puesto que el límite es la imaginación humana las acciones de los personajes pueden violar las reglas físicas y de causalidad o simplemente omitir las partes más aburridas.
- Los personajes se expresan a través del lenguaje y de los gestos.

Un trabajo destacado en este ámbito es el presentado en (L. J Martin, B. Harrison, M. Riedl, 2016) donde los autores proponen el desarrollo de agentes artificiales capaces de interactuar con humanos de manera improvisada en tiempo real y en mundos abiertos. Para lograr este cometido los autores proponen el empleo de dos enfoques diferentes: sistemas basados en grafos y sistemas basados en redes neuronales. Los resultados obtenidos muestran como mediante la narrativa improvisada una o más personas son capaces de construir historias en tiempo real sin necesidad de conocer de antemano el tema sobre el que desarrollar la historia.

## Sistemas RBC aplicados en narrativa por computador

En este apartado del apéndice se analizan distintas publicaciones que resultan de especial interés para nuestro trabajo. Con tal objetivo introducimos aquí algunos de los trabajos más destacados en este campo que han empleado sistemas de razonamiento basado en casos o repositorios de historias para el desarrollo y construcción de nuevas narrativas.

### MINSTREL

Uno de los primeros trabajos en los cuales se hace uso de un sistema RBC es el presentado en (Turner, 1992) para desarrollar el sistema *MINSTREL*. Se trata de un programa de ordenador capaz de escribir historias cortas acerca del Rey Arturo y los caballeros de la mesa cuadrada basándose en casos pasados almacenados en memoria. Todos los elementos que componen una historia son representados como esquemas que son a su vez divididos en dos grupos: aquellos que el sistema emplea para satisfacer las restricciones de la historia (denominados esquemas de autor) y aquellos empleados por el sistema para representar los eventos en una historia (denominados esquemas del personaje). Por ejemplo los esquemas de autor (denominados *Author-Lever Plan o ALP*) tienen por objetivo desarrollar un tema o incluir suspense en la historia y contienen las instrucciones para lograr dichos objetivos. En cuanto a los esquemas del personaje se trata de objetivos a satisfacer por un personaje así como la representación de estos y otros objetos físicos y emociones. *MINSTREL* desarrolla historias a partir de seis esquemas predefinidos conocidos como *Planning Advice Themes (PATs)*. Estos elementos, y por lo tanto las historias en *MINSTREL*, poseen la siguiente estructura: una introducción, un conjunto de temas de escena (precondiciones, decisión, conexión y consecuencia) y el desenlace de la escena. Las precondiciones perfilan todo aquello asociado a una escena que debe de ser verdad. Por otro lado tanto las escenas de decisión como de consecuencia están formadas por esquemas de personaje y representan los planes para lograr un objetivo así como las

consecuencias de realizar los mismos. Las conexiones son escenas empleadas para conectar las escenas de decisión con las de consecuencia.

Para desarrollar una nueva historia *MINSTREL* sigue dos procesos principales: el proceso de planificación que controla los objetivos a nivel de autor (busca satisfacer unos determinados requisitos descomponiendo estos en sub-objetivos) y el proceso de solución del problema que se centra en alcanzar cada uno de estos objetivos. Los principales objetivos de autor de *MINSTREL* durante el desarrollo de una historia son:

1. Seleccionar e ilustrar un esquema historia-tema. Una vez que un tema (*PAT*) ha sido seleccionado es necesario satisfacer los objetivos. Los *PATs* se forman a partir de un conjunto de esquemas de personaje que representan escenas incompletas. El objetivo de ilustrar un tema consiste en emplear aquellos esquemas parcialmente completos como una especificación de búsqueda o recuperar escenas pasadas desde la memoria para instanciar nuevos esquemas que formen el tema.
2. Generar la introducción y el desenlace de la historia.
3. Conectar los esquemas que forman la historia con palabras y frases predefinidas de la lengua Inglesa para producir una salida final.

*MINSTREL* es un sistema complejo capaz de obtener buenos resultados generando historias nuevas mediante la transformación o modificación de casos previos almacenados en la memoria. Sin embargo posee ciertas limitaciones en algunos aspectos. Por ejemplo en determinadas ocasiones parece estar escrito de manera muy dirigida hacia un propósito en concreto tratando de alcanzar una escena específica. *MINSTREL* se trató del primer *storyteller* que se basó en la realización de pequeñas modificaciones en casos base pasados para resolver un nuevo problema.

### **PROTOPROPP**

Este sistema es presentado en (P. Gervás, B. Díaz-Agudo, F. Peinado and R. Hervás, 2005) y está enfocado a la generación automática de historias que reutilizan casos base de historias ya existentes con el objetivo de producir una nueva historia que case con la consulta realizada por el usuario de la aplicación. La estructura de la trama se logra mediante un sistema de razonamiento basado en casos con apoyo de una ontología de representación del conocimiento. Para ello ProtoPropp implementa KIIDS (*Knowledge-Intensive Interactive Digital Storytelling*) (F. Peinado, and P. Gervás, 2006) un sistema enfocado a resolver problemas de representación y generación de historias en muchos contextos, especialmente en entornos interactivos.

Para llevar a cabo este trabajo los autores se basaron en las ideas originarias del dramaturgo Vladimir Propp (Propp, 1968). Propp se centró en el análisis de la estructura y de los componentes básicos de los cuentos populares rusos con el objetivo de identificar elementos narrativos irreducibles más simples. Mediante la identificación de estos elementos comunes se observó que la estructura de todos los cuentos guardaba una estructura similar y que solo ciertas

propiedades se veían sometidas a cambios mientras que otras muchas no se alteraban. De acuerdo con Propp, lo que en estos cuentos cambia son los nombres y otros atributos de los personajes, permaneciendo sus acciones inalterables. Estas acciones, que actúan como una constante en la morfología de los cuentos, se definieron como *funciones*.

A partir de este trabajo ProtoPropp propone recuperar y adaptar historias almacenadas mediante un proceso de dos pasos teniendo en cuenta las restricciones de entrada introducidas por el usuario. En el primer paso se define la entrada, esto es, la especificación de los componentes del cuento que se quieren construir. Por ejemplo, se definen los personajes y sus descripciones, sus roles, los lugares y las funciones de Propp que describen las acciones que sucederán en el cuento. Una vez realizada la consulta el sistema recupera el caso más similar del repositorio que respete las restricciones de la entrada. Este caso constituye una plantilla, esto es, los componentes del mismo son candidatos a ser sustituidos por información adicional obtenida desde el contexto (por ejemplo, a partir de la consulta o de la ontología durante el proceso de adaptación). Las medidas de similitud empleadas para recuperar el caso más cercano deben de garantizar, cuando sea posible, que todos los elementos de la consulta sean elementos válidos para ser ubicados en los casos recuperados durante la fase de adaptación. Una vez finalizado el primer paso tiene lugar la adaptación durante la cual el sistema realiza ciertas sustituciones necesarias para adaptar la historia a la entrada recibida por el sistema reemplazando aquellas acciones que tienen lugar en el caso recuperado pero que no pueden suceder en la historia final ya que violarían las restricciones impuestas.

ProtoPropp se sustenta en una representación del conocimiento mediante el empleo de ontologías para el almacenamiento de conceptos que son relevantes en la generación de la historia. La ontología desarrollada, denominada ProppOnto (F. Peinado, 2004), es la encargada de dar una estructura y coherencia semántica a los casos. Además de esto, la ontología complementa el conocimiento específico de los casos y es empleada por el SRBC para medir la distancia semántica entre casos o situaciones similares. Esta ontología se desarrolla mediante el lenguaje OWL DL con el objetivo de hacer uso de la habilidad de la lógica descriptiva para la inclusión de razonamiento en la creación de contenido interactivo.

### **SAY ANYTHING**

Se trata de un enfoque que tiene por objetivo explotar la gran cantidad de información disponible en sitios web (especialmente en blogs) para la construcción y desarrollo de historias en dominios abiertos. *Say Anything* es un sistema interactivo, esto es, el sistema y el usuario colaboran para el desarrollo de textos narrativos donde no existen restricciones sobre el contenido o la contribución del usuario sobre la narración desarrollada lo que radica en una mayor originalidad en el resultado obtenido. En aras de lograr narraciones coherentes y entretenidas el sistema accede a enormes volúmenes de experiencias personales que muchas personas comparten diariamente en la red y que pueden resultar útiles para construir una nueva narrativa en cooperación con el usuario del sistema.

La entrada al sistema es proporcionada por el usuario el cual es el encargado de comenzar la historia mediante una frase que constituirá la primera sentencia de la trama. Una vez el sistema recibe la entrada realiza un exhaustivo análisis en su librería de casos en busca de la

que, a priori, considera la continuación más adecuada. Llevar a cabo esta idea requiere de mecanismos de recuperación y adaptación que sean capaces de obtener la mejor continuación posible a la historia desde el repositorio de casos y, además, realizar las adaptaciones pertinentes para asegurar una mínima coherencia en el transcurso de la historia. La construcción de la narrativa se realiza por turnos por lo que cuando el sistema determina cual podría ser una adecuada continuación a la historia construida hasta el momento propone al usuario elegir una posible continuación de la misma sobre un conjunto de posibilidades. Se trata de un proceso cíclico donde la interacción usuario-máquina se va alternando hasta que el usuario decide que la historia está completa. Una vez se finaliza el proceso la historia completa generada es presentada al usuario y éste puede valorar la solución obtenida en base a distintos criterios, como por ejemplo el sentido común de la narrativa, la credibilidad y el entretenimiento de ésta o la facilidad a la hora de completarla.

La arquitectura del sistema propuesto sigue las pautas básicas de un SRBC clásico. La construcción de nuevas narrativas se realiza mediante la reutilización y adaptación de soluciones que ya se han utilizado previamente y el proceso se divide en cuatro componentes principales.

- 1) La librería de casos de problemas previamente resueltos que en este sistema se basa en una amplia colección de historias personales acerca de experiencias diarias que distintas personas comparten en la red.
- 2) Un mecanismo de recuperación para relacionar el problema actual con aquellos semejantes en la librería de casos. En este punto se emplean técnicas de procesamiento de lenguaje natural así como medidas de similitud en textos para determinar casos similares ya que es necesario analizar las frases seleccionadas por el usuario para realizar las búsquedas en el repositorio.
- 3) Un mecanismo de adaptación que permite modificar y adaptar soluciones previas a las necesidades del problema actual.
- 4) Una componente que permite reutilizar el conocimiento aprendido durante el proceso de construcción de la solución actual para solucionar problemas futuros.

*Say Anything* es un sistema muy complejo y no es el objetivo aquí desgranar su funcionalidad, si no acercar al lector a los principios básicos en los que se basa. Para mayores detalles puede consultarse (R. Swanson, A. Gordon, 2012).

## SCHEHEREZADE

Gran parte de los trabajos realizados hasta la aparición del sistema *Scheherezade* (B. Li, S. Lee-Urban, G. Johnston, M. O Riedl, 2013) se centraron en realizar un modelo de dominio conocido de antemano (descripción del lugar, los personajes, los objetos de dicho mundo, acciones posibles, etc.) De esta manera una vez el modelo del dominio ha sido generado cualquier sistema puede desarrollar diversas narrativas que incluyan todos estos personajes, lugares y acciones que pertenecen al dominio conocido pero con una capacidad de improvisación bastante acotada. La idea perseguida por los autores aquí es permitir la generación de historias abiertas que no tengan que basarse en ningún tipo de conocimiento acerca del dominio del modelo, esto es, no sea necesario especificar el conjunto de entidades que restringen la historia a desarrollar.

El funcionamiento de *Scheherezade* está en línea con el de *Say Anything* puesto que el concepto de emplear historias almacenadas en repositorios *online* es compartido por ambos. El usuario solicita una historia acerca de un determinado tema, supongamos acerca de “atracos en una joyería”. Mediante técnicas de *crowdsourcing* *Scheherezade* es capaz de obtener una gran cantidad de ejemplos narrativos en los que el tema propuesto aparece. Este enfoque se basa en obtener una gran cantidad de información y conocimiento a partir de experiencias colectivas que son compartidas en la red por diferentes personas. Empleando esta inteligencia colectiva se pueden resolver problemas que de otra forma requerirían de una experiencia previa.

El sistema de búsqueda de *Scheherezade* se basa en la construcción de grafos que representan estas narrativas extraídas desde fuentes online. De esta manera el sistema es capaz de generar una historia siguiendo un determinado flujo en el grafo y donde los principales eventos que suceden son los esperados en una determinada situación, si bien el orden de estos no siempre puede representar la mejor lógica posible de cara a un espectador humano. El proceso de construcción del grafo en *Scheherezade* toma lugar en tres pasos con tareas claramente diferenciadas en cada uno de ellos. En el primer paso el proceso comienza cuando el usuario sugiere una historia acerca de un determinado tema (tener una cita, robar un banco, ir a comprar, etc.). Si el tema es desconocido para el sistema este envía una petición al servicio *Amazon Mechanical Turk (AMT)* solicitando historias típicas acerca de ese tema en un lenguaje natural. Una vez se ha agrupado toda la información obtenida en el paso anterior el sistema aprende los eventos y las relaciones de precedencia que existen entre estos. Esta última parte es muy importante ya que determinar el orden natural de los eventos es fundamental para que el sistema logre construir historias semánticamente correctas (algunos eventos no pueden suceder después de otros, como por ejemplo pedir un menú sin haber elegido un restaurante previamente). En relación con esto también es importante determinar las exclusiones mutuas entre eventos (cuando un evento sucede, otro no puede suceder) y aquellos eventos que son opcionales.

Cuando las relaciones de precedencia, las exclusiones mutuas y los eventos opcionales han sido claramente establecidos el sistema está en disposición de construir un grafo a partir de todo el volumen de historias correctamente procesadas. El grafo que *Scheherezade* construye define las secuencias de eventos lineales que son reconocidas como válidas dado el tema en cuestión. Para generar las historias a partir del grafo generado (que puede resultar inmenso)

*Scheherezade* va añadiendo iterativamente eventos a la historia siempre atendiendo a que las restricciones de precedencia o las exclusiones mutuas no sean violadas. La historia concluye cuando un evento marcado como nodo final es alcanzado.

Esta propuesta logra buenos resultados sin someterse a un dominio cerrado donde todo está altamente acotado sin más que emplear multitud de experiencias de gente anónima que comparte estas en internet. Quizás como principal problema de esta novedosa propuesta sea que en la fase de obtención de textos relacionados con la entrada del usuario este proceso sea muy manual en términos de que las peticiones al servicio *AMT* solicitan que las respuestas sean simples y estén debidamente analizadas.

## **COLIBRÍ**

COLIBRÍ (*Cases and Ontology Libraries Integration for Building Reasoning Infrastructures*) es un entorno de apoyo para el diseño de sistemas de razonamiento basado en casos con conocimiento intensivo (KI-CBR) que combinan casos específicos con distinto tipo de conocimiento y métodos de razonamiento. Es una arquitectura influenciada por enfoques relativos a la ingeniería del conocimiento como por ejemplo CommonKADS (T. Schreiber, B. J. Wielinga, J. M. Akkermans, W. V. de Velde, R. de Hoog, 1994) donde el sistema basado en conocimiento es observado como un sistema compuesto por diferentes componentes colaborativos pero separados. Estos componentes son las ontologías de representación del conocimiento, los métodos de solución de problemas (PSMs, *Problem Solving Methods*) que representan las estrategias de solución de problemas en dominios independientes, las tareas que se corresponden con los objetivos a alcanzar y las inferencias para describir los pasos de razonamiento primitivo durante la resolución del problema.

COLIBRI fue empleado para la generación de poesía en castellano (B. Díaz-Agudo, P. Gervás, P. González-Calero, 2002) a partir de textos proporcionados por el usuario de la aplicación. Si bien ya se habían realizado algunos trabajos previos que se enfocaron a la construcción de poemas mediante el empleo de SRBC (P. Gervás, 2000) (Gervás, 2001), el enfoque adoptado mediante COLIBRI pone de manifiesto una serie de ventajas respecto a los trabajos anteriores. Por ejemplo, el empleo de tareas y métodos de la ontología CBROnto permite una representación explícita y clara de todas las decisiones que es necesario tomar durante la construcción del poema. El dominio permite muchas maneras distintas de resolver el problema en cada una de las etapas y un diseño a medida sin un enfoque sistemático corre el riesgo de resultar muy cerrado, es decir, que bloquee la posibilidad de exploración en la construcción de una solución. Por otro lado el conjunto de tareas y métodos propuestos mediante el empleo de COLIBRI proporciona un conjunto útil de herramienta que permiten resolver problemas particulares y, además, proporcionan nuevas ideas en el desarrollo de nuevas soluciones.

## **Storytellers destacados**

A lo largo de las últimas dos décadas además del uso de sistemas de razonamiento basado en casos para la construcción de sistemas de narrativa inteligente por computador se han

producido otra gran cantidad de trabajos e investigaciones que han desarrollado sistemas de generación de contenido narrativo por computador destacables. A continuación realizamos un breve repaso sobre algunos de los *storytellers* más destacados dentro del campo.

- **Mexica**

Se trata de un sistema desarrollado por Rafael Pérez y Pérez (R. Pérez y Pérez, M. Sharples, 2001) en PASCAL para la generación de “esqueletos” (frameworks) de relatos breves en lenguaje natural acerca de los Mexicas (conocidos en la historiografía tradicional como aztecas) a través del empleo de un modelo cognitivo de escritura basado en ciclos iterativos de compromiso y reflexión. En la fase de compromiso Mexica genera contenido basándose en un conjunto de restricciones retóricas y de contenido, tratando de no hacer uso de objetivos o de información sobre la estructura de la memoria. En la fase de reflexión el sistema rompe los bloqueos, evalúa el interés y la novedad de la historia generada y garantiza que se cumplen los requisitos de coherencia.

- **Brutus**

Brutus (S. Bringsjord, D. Ferrucci, 1999) destaca por su popularidad y también por ser un proyecto muy ambicioso dentro del área de la generación automática de narración secuencial. El principal objetivo de este sistema es la creación de relatos breves de narrativa secuencial de calidad literaria comparable a la de un escritor profesional. Para lograr este cometido Brutus separa la generación de la historia de la generación del discurso mediante un enfoque transformativo en la historia (siguiendo objetivos tanto de autor como de personajes) y un enfoque estructuralista en el discurso.

- **Make Believe**

Fue propuesto por Hugo Liu y Push Singh (H. Liui and P. Singh, 2002) como un ejemplo de aplicación de una base de conocimiento de sentido común denominada OMCS (*Open Mind Commonsense Knowledge Base*) al problema de generación de historias. Para ello hacen uso de un subconjunto de dicha base de conocimiento para la construcción de cadenas causa-efecto como esqueleto de la historia a partir de una sentencia inicial proporcionada por el usuario. La base de conocimiento OMCS contiene alrededor de 9000 reglas de causalidad que expresan relaciones causa-efecto de la forma  $A \rightarrow_n B$  donde  $n$  se corresponde con el número promedio de veces que suele emplearse dicha implicación en la historia. Estas implicaciones contenidas en la base de conocimiento son implicaciones de sentido común del tipo: “Una consecuencia de comer en un restaurante de comida rápida puede ser el estreñimiento”.

- **I-Storytelling**

Trabajo presentado en (M. Cavazza, F. Charles, and S. J Mead, 2002), se trata de un enfoque basado en personajes virtuales con mecanismos de planificación basados en redes jerárquicas de tareas HTN (*Hierarchical Task Networks*) que no cuenta con un guion inicial más

allá de los planes y objetivos de cada personaje. El sistema busca descomponer un determinado plan en distintos objetivos que un personaje debe de cumplir en aras de conseguir la ejecución del plan propuesto inicialmente. Este trabajo simula el comportamiento de los personajes de la famosa sitcom Americana *Friends* y propone para ello la ejecución de distintos planes por parte de los protagonistas: por ejemplo, que uno de los personajes principales, Ross, pida salir a Rachel. Para lograr este objetivo Ross puede seguir distintos caminos: desde hablar con otro amigo para obtener información de Rachel hasta robarle su diario o hacerle un regalo. El abanico de posibilidades en el desarrollo de la historia es amplio y por ello no siempre el final es el mismo. El sistema además permite que el propio espectador se comuniqué a través de voz con los personajes de manera que el trascurso de la historia puede verse alterado en cualquier momento.

- **Façade**

Se trata de un sistema interactivo basado en Inteligencia Artificial creado por Michael Mateas y Andrew Stern (M. Mateas, A. Stern, 2003). Façade consiste en una pieza compleja y madura de teatro interactivo soportado por un sistema de dirección automática muy complejo. El sistema incorpora elementos de interactividad y drama y se hace uso de interpretación de voz y entornos 3D así como de técnicas de procesamiento de lenguaje natural para proporcionar una experiencia de interacción ficticia muy robusta. El jugador puede adoptar un rol activo en la conversación llevando a la trama en la dirección deseada.

En Façade el autor es el encargado de programar el comportamiento de los agentes empleando un lenguaje muy potente denominado ABL (*A Behaviour Language*) pero altamente complejo, especialmente para aquellos con pocos conocimientos de programación. Este lenguaje permite describir comportamientos de los personajes muy sofisticados como la realización concurrente de tareas del dominio específico de la aplicación que se desea construir. El director de la historia controla a los personajes si bien se conserva un cierto grado de autonomía en su comportamiento.

- **How was school today?**

La narrativa inteligente también ha encontrado lugar de aplicación en problemas cotidianos. El sistema "*How was school today?*" (N. Tintarev, E. Reiter, R. Black, A. Waller, J. Reddington, 2016) pretende centrarse en la creación de historias para niños con necesidades de comunicación complejas en aras de mejorar su calidad de vida y la de sus familias. La idea perseguida es diseñar un sistema que reciba desde diferentes fuentes y contextos (fotos, textos, o voces) datos sobre las actividades que diariamente niños con algún tipo de incapacidad desempeñan para crear narrativas centradas en el mismo que supusieran un medio de comunicación flexible con sus familias y profesores. Los resultados de los experimentos demostraron que se produjo una mejora destacable en la comunicación de los niños en sus casas así como un crecimiento en el entusiasmo de los mismos para compartir sus experiencias con los demás. Este es un ejemplo de como la aplicación de sistemas inteligentes para la construcción de narrativas pueden ayudar y mejorar la calidad de vida de personas que presentan algún tipo de problema cognitivo.

### APÉNDICE 3. Nivel taxonómico

En este anexo se proporciona el nivel taxonómico de nuestra ontología siguiendo la metodología UPON Lite explicada en el tercer capítulo de esta memoria.

#### Taxonomía

Primer nivel	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto nivel
<b>Estudiante</b>	Perfil				
	Int. emocional				
	Rasgos personalidad				
	Rasgos físicos				
	Tono voz	Grave			
		Agudo			
	Nivel de lenguaje	Culto			
		Vulgar			
		Coloquial			
<b>Contexto</b>	<b>C. personal</b>	Postural	Sentado		
			Acostado		
			De pie		
		Estado anímico	Alto		
			Medio		
			Bajo		
		F. rendimiento	Familiares	Problema familiar	
				Compromiso familiar	
				Cuidar hijos	
				Tareas hogar	

			Laborales	Responsabilidades laborales	
				Carga trabajo	
				Desempleo	
			Personales	Enfermedad	
				Escasez tiempo	
				Problemas económicos	
				Interrupciones estudio	
				Problema personal	
				Hobbies	
			Académicos	Carga de trabajo elevada	
				Buen rendimiento	
				Malos resultados	
				Falta de progreso	
				Falta apoyo docente	
				Nervios examen	
				No Ayuda compañeros	
				Falta_progreso	
				Medios de estudio no adecuado	
		Empleo	Sector	Primario	
				Secundario	
				Terciario	
				Cuaternario	
			Tipo trabajo	Físico	
				Intelectual	
			Tipo empresa	PYME	
				Multinacional	
				ONG	

				Estado	
			Horario	Jornada continua	
				Jornada discontinua	
				Media jornada	
		Estado emocional	Positivo	Cariñoso	
				Entretenido	
				Confiado	
				Conforme	
				Excitado	
				Contento	
				Interesado	
				Relajado	
				Complacido	
				Encantado	
				Satisfecho	
			Negativo	Asustado	
				Furioso	
				Aburrido	
				Disgustado	
				Triste	
				Nervioso	
				Ansioso	
				Preocupado	
	<b>C. interpersonal</b>	Estado civil	Soltero		
			Casado		
			Divorciado		
			Viudo		

		Mascota	Perro		
			Gato		
			Pájaro		
			Pez		
			Hámster		
		Amigo			
		Familiar			
	<b>C. académico</b>	Inf. Personal	Motivación	Aprender	
				Promocionar	
				Obtener trabajo	
				Obtener título	
				Pasatiempo	
				Curiosidad	
				Satisfacción personal	
				Especializarse	
			Dedicación estudio	Muy alta	
				Alta	
				Media	
				Baja	
				Muy baja	
			Satisfacción	Muy satisfecho	
				Satisfecho	
				Indiferente	
				Insatisfecho	
				Tremendamente insatisfecho	
			Situación ante estudio	Positivo	
				Ansioso	

				Enérgico y activo	
				Tranquilo	
				Cansado y soñoliento	
				Apático y sin ganas	
		Conocimiento	Experiencia		
			Formación previa		
		Preferencias	Idioma		
			Estilo de aprendizaje	Activo	
				Reflexivo	
				Sensible	
				Intuitivo	
				Visual	
				Verbal	
				Secuencial	
				Global	
				Inductivo	
				Deductivo	
			Material de estudio	Físico	Apuntes
					Libros
				Digital	Tablet
					Móvil
					Ordenador
			Lugar de estudio preferido	Casa	
				Biblioteca	
				Medio transporte	
			Clima preferido	Días fríos y de lluvia	
				Días soleados	

				Días nublados	
				Indiferente	
			Hora de estudio	Mañanas	
				Tardes	
				Noches	
			Accesibilidad	Limitación física temporal	Lesión
				Limitación física permanente	Ceguera parcial
					Ceguera total
					Sordez
					Mudez
					Paraplejia
					Cuadriplejia
				Limitación salud temporal	Depresión
					Enfermedad
		Rendimiento			
	<b>C. espacio-tiempo</b>	Estación	Verano		
			Primavera		
			Invierno		
			Otoño		
		Climatológico	Lluvioso		
			Nevoso		
			Nublado		
			Soleado		
			Tormentoso		
		Habitacional	Edificio Público	Oficina	
				Biblioteca	
				Universidad	

			Edificio Privado	Salón	
				Cocina	
				Dormitorio	
				Despacho	
				Patio	
				Terraza	
			Medio transporte	Autobús	
				Tren	
				Avión	
				Metro	
				Tranvía	
			Espacio exterior	Jardín	
				Parque	
				Playa	
				Monte	
		Localizacional	Pueblo		
			Ciudad	Barrio	Céntrico
					Periférico
					Residencial
				Centro ciudad	
		Ruidos	Ruido interior	Niño jugando	
				Personas interrumpiendo	
				Personas hablando	
				Electrodoméstico	
				Móvil	
				Mascota	
				Música	

			Ruido exterior	Obras	
				Tráfico	
				Bullicio peatonal	
				Fenómeno atmosférico	
<b>Historia</b>	Historia dig. animada				
	Metadatos	Humano virtual	Descripción		
			Estado		
			Transformación		
			Posición		
		Música	Clásica		
			Blues		
			Jazz		
			Rock		
			Gospel		
			Metal		
			Country		
			Disco		
			Pop		
			HipHop		
			Instrumental		

		Objeto	Nombre		
			Etiqueta		
			Altura		
			Posición		
			Transformación	Escala	
				Rotación	
				Traslación	
		Línea paralela de acción			
		Ruido de fondo			
		Línea alternativa de acción			
		Evento comodín			

**Tabla 62. Nivel taxonómico de la ontología**

**APÉNDICE 4. Encuesta**

## Soporte afectivo en e-learning

\*Obligatorio

### Preguntas generales

1-¿Cuál es su sexo? \*

Hombre

Mujer

2-¿Cuál es su estado civil? \*

Soltero/a

Casado/a

Viudo/a

Divorciado/a

3-¿Cuál es su edad? \*

Tu respuesta

4-¿Posee estudios universitarios previos? \*

Sí

No

5-Indique si se ve afectado por algunas de las siguientes situaciones de carácter personal que pueden influir en su estudio \*

- Incapacidad temporal (lesión o baja laboral)
- Incapacidad permanente (presencia de algún tipo de minusvalía)
- Embarazo
- Problema familiar
- Enfermedad
- Hijo/a recién nacido (< 6 meses)
- Ninguna
- Otro:

6-¿Posee alguna mascota? ¿Cuál? \*

- Perro
- Gato
- Hámster
- Periquito
- Ninguna
- Otro: \_\_\_\_\_

7-¿Cuántos hijos tiene? \*

0

1

2

3

4

5

8-Indique, si existe, algún hecho relevante que le haya sucedido en las últimas semanas (nacimiento de un hijo, fractura de un brazo, ascenso laboral, etc)

Tu respuesta

---

9-¿Cuál es la edad de su hijo nº1?

Tu respuesta

---

10-¿Cuál es la edad de su hijo nº2?

Tu respuesta

---

11-¿Cuál es la edad de su hijo nº3?

Tu respuesta

---

12-¿Cuál es la edad de su hijo nº4?

Tu respuesta

---

13-¿Cuáles son sus aficiones? \*

Tu respuesta

---

**Estudios**

14-¿Qué tipo de estudios cursa? \*

- Estudios de arte y humanidades
- Ingeniería y arquitectura
- Ciencias sociales y jurídicas
- Ciencias de la salud
- Ciencias
- Otro:

15-¿De cuántas asignaturas se compone su plan de estudios? \*

Tu respuesta

16-¿Cuántas asignaturas le restan para la obtención del título? \*

Tu respuesta

17-¿Recibe algún tipo de beca? \*

- Sí
- No

18-¿Cuántos años lleva matriculado en sus actuales estudios? \*

Tu respuesta

19-Indique su grado de satisfacción respecto a sus estudios actuales \*

- Tremendamente insatisfecho
- Insatisfecho
- Indiferente
- Satisfecho
- Tremendamente satisfecho

20-¿Cuál considera, en general, que es su dedicación semanal al estudio?

- Muy baja (5 horas o menos)
- Baja (entre 6 y 10 horas)
- Media (entre 11 y 20 horas)
- Alta (entre 21 y 30 horas)
- Muy alta (más de 30 horas)

21-¿Qué material emplea habitualmente para estudiar? \*

- Apuntes en distintos formatos (papel, bloc de notas, etc)
- Libros
- Tablet
- Móvil
- Ordenador
- Otro: \_\_\_\_\_

**Contextos de estudio**

22-Seleccione cuál es su lugar de estudio más habitual \*

- En mi casa
- En la biblioteca
- En un medio de transporte
- Al aire libre
- Otro:

23-En el caso de estudiar en casa, ¿en qué parte de la misma suele hacerlo?

- En el cuarto de estar
- En la cocina
- En mi dormitorio
- En un despacho
- Otro: \_\_\_\_\_

24-¿Suele estudiar en el transporte público? En caso de ser así, ¿en qué medio de transporte lo hace habitualmente?

- En el tren
- En el autobús
- En el metro
- Otro: \_\_\_\_\_

25-¿Durante qué parte del día suele realizar su estudio?

- Por las mañanas
- Por las tardes
- Por la noche

**Factores de rendimiento durante el estudio**

26-¿Qué factores de tiempo considera que pueden afectar más en su estudio? \*

- Las responsabilidades familiares
- La dedicación a otras actividades o hobbies personales
- Las responsabilidades laborales
- Las tareas del hogar
- Otro:

27-¿Qué factores de rendimiento considera que pueden afectar más en el estudio a distancia? \*

- La falta de materiales de estudio adecuados
- La no disponibilidad de un sitio adecuado para el estudio
- La falta de apoyo y seguimiento docente
- Una escasa formación previa en algunas asignaturas
- La falta de un entorno de aprendizaje virtual adecuado (campus virtuales, foros, etc)
- La carencia de contacto personal con compañeros que realizan los mismos estudios.
- Otro: \_\_\_\_\_

28-¿Qué factores afectivos pueden poseer una mayor influencia en su rendimiento académico? \*

- Los nervios ante la proximidad de un examen o una entrega
- El estrés generado por una alta carga de trabajo académico
- El estrés generado por el trabajo
- Los problemas personales
- La falta de progreso en los estudios
- La escasez de dinero para continuar con los estudios
- La obtención de malos resultados académicos
- Otro: \_\_\_\_\_

29-¿Qué clima considera más adecuado para el estudio? \*

- Los días soleados con altas temperaturas
- Los días fríos y de lluvia
- Los días nublados
- Los días de tormenta fuerte
- Indiferente
- Otro: \_\_\_\_\_

30-¿Considera que se distrae con facilidad durante su jornada de estudio? \*

- Sí
- No

31-¿Considera que el ruido puede suponer un hándicap fundamental para usted durante su jornada de estudio? \*

Si

No

32-En caso de existir algún ruido durante el estudio, ¿qué ruido considera que es el más habitual durante el mismo?

El ruido de mi hijo/a jugando

El ruido de gente alrededor hablando

El ruido producido por diversos electrodomésticos (TV/Radio/Lavadora, etc)

El ruido procedente de mi mascota

La música

Obras (en la calle o en el edificio)

El bullicio procedente de una fuente exterior (tráfico, sirenas, etc)

Ruidos procedentes de diversos fenómenos atmosféricos (viento/lluvia/tormenta)

Otro:

**Motivación, ánimos y emociones**

33-¿Cuál es su principal motivación para emprender unos estudios? \*

- Poder obtener una mayor formación académica (especializarse)
- Aprender acerca de un campo en concreto
- Aspirar a promocionar en el trabajo
- Obtener un título académico
- Como pasatiempo
- Obtener un trabajo adecuado
- Otro:

34-¿Cómo reacciona si durante su jornada de estudio es interrumpido continuamente por algún factor externo? (un hijo, un familiar, un compromiso inesperado, una llamada telefónica...) \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

35-Antes de empezar el estudio, ¿cuál de las siguientes es la situación más frecuente en su caso?

- Afronto el estudio de manera positiva y con ganas
- Afronto el estudio de manera relajada y tranquila.
- Afronto el estudio de manera muy enérgica y activa, pero en ocasiones influido por el estrés o el temor ante la proximidad de exámenes
- Afronto el estudio con una destacada ansiedad
- Afronto el estudio de manera apática y sin ningún tipo de ganas y motivación
- Normalmente afronto el estudio con cansancio y sueño.
- Otro: \_\_\_\_\_

### Descripción de situación de estudio

En este apartado el objetivo es que el encuestado trate de describir una situación de estudio típica que le haya sucedido alguna vez.

35-Describa, de manera breve (no más de 5 líneas) una situación de estudio personal destacable que le haya sucedido alguna vez o le suceda con frecuencia y que le haya causado una importante respuesta emocional \*

Tu respuesta

---

36-Indique algunos rasgos que caracterizan a las personas que hayan podido tener un papel relevante en dicha situación (por ejemplo, celosa, pesada, habladora, antipática, enérgica, desconfiada...).

Tu respuesta

---

## Test de inteligencia emocional

### 37-Responda a las siguientes afirmaciones... \*

	Nada de acuerdo	Algo de acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Presto mucha atención a los sentimientos	<input type="radio"/>				
Normalmente me preocupo por lo que siento	<input type="radio"/>				
Normalmente dedico tiempo a pensar en mis emociones	<input type="radio"/>				
Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones	<input type="radio"/>				
Dejo que mis sentimientos afecten a mis pensamientos	<input type="radio"/>				
Pienso en mi estado de ánimo constantemente	<input type="radio"/>				
A menudo pienso en mis sentimientos	<input type="radio"/>				
Presto mucha atención a cómo me siento	<input type="radio"/>				
Tengo claros mis sentimientos	<input type="radio"/>				
Frecuentemente puedo definir mis sentimientos	<input type="radio"/>				
Casi siempre sé cómo me siento	<input type="radio"/>				
Normalmente conozco mis sentimientos sobre las personas	<input type="radio"/>				

A menudo me doy cuenta de mis sentimientos en diferentes situaciones	<input type="radio"/>				
Siempre puedo decir como me siento	<input type="radio"/>				
A veces puedo decir cuáles son mis emociones	<input type="radio"/>				
Puedo llegar a comprender mis sentimientos	<input type="radio"/>				
Aunque a veces me siento triste, suelo tener una visión positiva	<input type="radio"/>				
Aunque me sienta mal, procuro pensar en cosas agradables	<input type="radio"/>				
Cuando estoy triste, pienso en todos los placeres de la vida	<input type="radio"/>				
Intento tener pensamientos positivos aunque me sienta mal	<input type="radio"/>				
Si doy demasiadas vueltas a las cosas, complicándolas, trato de calmarme	<input type="radio"/>				
Me preocupo por tener un buen estado de ánimo	<input type="radio"/>				
Tengo mucha energía cuando me siento feliz	<input type="radio"/>				
Cuando estoy enfadado intento cambiar mi estado de ánimo	<input type="radio"/>				

## Test de personalidad de los cinco grandes

El Modelo de los cinco grandes es un modelo que tiene por objetivo evaluar y analizar la composición de cinco dimensiones de personalidad del encuestado.

### 38-Test de personalidad de los 5 grandes \*

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Normal	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Hace un trabajo minucioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es relajado, maneja bien el estrés	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Por lo general es confiado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene pocos intereses artísticos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es extrovertido, sociable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se pone nervioso fácilmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene una imaginación activa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiende a ser perezoso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiende a encontrar fallos en los demás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es reservado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 39-¿Cómo reacciona ante un fracaso académico si considera que es por motivos ajenos a usted? \*

Tu respuesta

---

### 40-¿Se considera una persona habladora o abierta a los demás? \*

Sí

No

### Situación laboral

Responda a estas preguntas solo en caso de encontrarse en activo en la actualidad.

41-En caso de encontrarse en activo, ¿en qué sector trabaja?

- Sector primario (agricultura, pesca, etc)
- Sector secundario (industria)
- Sector terciario (servicios)
- Sector cuaternario (I+D)

42-¿En qué tipo de empresa trabaja?

- En una multinacional
- En una PYME
- En una ONG
- Para el Estado (funcionariado)

43-¿Qué tipo de trabajo realiza?

- Físico
- Intelectual
- Otro: \_\_\_\_\_

44-¿Qué tipo de jornada laboral posee?

- Jornada completa continua
- Jornada completa discontinua
- Media jornada

45-¿Dispone de algún tiempo muerto para estudiar en su puesto de trabajo?

- Sí
- No

**Localidad**

46-Su localidad, ¿de qué tipo es? \*

- Un pueblo
- Una ciudad de tamaño pequeño (10.000 y 100.000 habitantes)
- Una ciudad de tamaño medio (entre 100.000 y 500.000 habitantes)
- Una ciudad grande (más de 500.000 habitantes)
- Otro:

46-En caso de vivir en una ciudad...¿en qué parte de la misma vive?

- En el centro de la ciudad
- En un barrio periférico
- En un barrio residencial de viviendas unifamiliares
- En un barrio
- Otro: \_\_\_\_\_

## APÉNDICE 5. Biografía de Alejandra Barbarelli

### Bio Alejandra Barbarelli



**Contacto:**

LinkedIn: [alejandrabarbarelli](#)

Twitter: [@alejulia](#)

**Perfil Profesional**

- Change Manager Global HR Transformation en Telefónica SA y facilitadora Agile
- Fundadora de la iniciativa Data4Dreamers, uso del Big Data para el Bien social
- +15 años de experiencia en procesos de transformación digital (SAP, Cloud, Big Data)
- +15 años enseñando en universidades y escuelas de negocios
- +10 años Dirección de Impronta Teatro, asociación dedicada a la investigación del teatro espontáneo y otras técnicas activas y su aplicación al aprendizaje y a ámbitos sociales
- +5 años como mentora de emprendedores

**Formación**

- Executive Programme en Big data & Business Analytics, Escuela de Negocios EOI, Madrid - TFM: Machine Learning aplicado a Gestión del Talento
- Posgrado en Metodologías Agiles, IEBS, madrid.
- MBA con especialización en Recursos Humanos, Universidad del Salvador, Buenos Aires–State University of New York – TFM: Mentoring en empresas en Procesos de Cambio
- Ciencias Empresariales y Económicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina
- Posgrado en Coaching Organizacional, Leading Learning Communities & Axialent
- Posgrado en Pedagogía Psicodramática, Sociedad Argentina de Psicodrama, Buenos Aires

## Bibliografía

- A. A. Assali, D. Lenne, B. Debray. (2009). Heterogeneity in Ontological CBR Systems. *Advances in Artificial Intelligence*.
- A. Aamodt, E. Plaza. (1994). Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations and systems approaches. *AI Communications*, 39-59.
- A. De Nicola, M. Missikoff. (2016). A lightweight methodology for rapid ontology engineering. *Communications of the ACM*, 79-86.
- A. García-Rojas, F. Vexo, D. Thalmann, A. Raouzaiou, K. Karpouzis, S. D. Kollias, L. Moccozet, N. Magnenat-Thalmann. (2006). Emotional face expression profiles supported by virtual human ontology. *Journal of Visualization and Computer Animation*, 259-269.
- A. Loayza, R. Proaño, D. Ordóñez Camacho. (2013). Aplicaciones sensibles al contexto. Tendencias actuales. *Revista Enfoque UTE*, 95-110.
- A. Maalel, L. Mejri, H. Mabrouk, H. B. Ghezela. (2012). Toward a Knowledge Management Approach Based on an Ontology and Case-based Reasoning (CBR). Application to Railroad accidents. *Sixth International Conference on Research Challenges in Information Science*.
- A. Manjarrés Riesco, M. C. Mañoso Hierro, P. A. Pérez de Madrid. (2017). Ingeniería de requisitos basada en Teatro Psicopedagógico para el desarrollo de Sistemas Recomendadores Educativos Afectivos Sensibles al Contexto. *IX Jornadas de Redes de Investigación de Innovación Docente de la UNED*.
- A. Ortony, G. L. Clore, A. Collins. (1988). The Cognitive Structure of Emotion. *Cambridge University Press*.
- A. Ortony, G. L. Clore, A. Collins. (1990). The Cognitive Structure of Emotions. *Cambridge University*.
- A. S. N. Nunes, M. Santos Bezerra, J. Adicinéia. (2012). PersonalityML: A Markup Language to Standardize the User Personality in Recommender Systems. *Revista Gestao, Inovação e Tecnologia*, 255-273.
- A.G.R Martinez. (2009). Semantics for Virtual Humans. *These No 4301 École Polytechnique Fédérale de Lausanne*.
- B. Díaz-Agudo, P. Gervás, P. González-Calero. (2002). Poetry generation in COLIBRI. S. Craw, A. Preece (Eds.), *ECCBR 2002, Advances in Case Based Reasoning, Springer LNAI*.
- B. Li, S. Lee-Urban, G. Johnston, M. O Riedl. (2013). Story generation with crowdsourced plot graphs. *Proceedings of the 27th AAAI Conference on Artificial Intelligence*.

- B. Pellens, W. Bille, O. De Troyer, F. Kleinermann. (2005). VR-wise: A conceptual modelling approach for virtual environments. *Methods and Tools for Virtual Reality workshop*.
- Boal, A. (s.f.). Teatro del Oprimido: Juegos para actores y no actores.
- C. Leacock, M. Chodorow. (1998). Combining local context and Wordnet similarity for word sense identification. *WordNet: an electronic lexical database*, 265-283.
- Cross, J. (2004). An informal history of eLearning. *Horiz.*, 103-110.
- D. Goldberg, D. Nichols, B. M. Oki, D. Terry. (1992). Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM*, 61-70.
- D. Paneva. (2006). Ontology-based student modeling. *Proceedings of the Fourth CHIRON Open Workshop Ubiquitous Learning Challenges: Design, Experiments and Context Aware Ubiquitous Learning*, 17-25.
- Dehn, N. (1981). Story Generation after Tale-Spin. *Proceedings of the Seventh International Joint Conference on Artificial Intelligence*.
- Dicheva, D. (2008). Ontologies and Semantic Web for E-Learning. *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, 47-65.
- E. L. Abdrabou, A. Salem. (2010). A breast cancer classifier based on a combination of case-based reasoning and ontology approach. *Computer Science and Information Technology (IMCSIT). Proceedings of the 2010 International Multiconference*, 3-10.
- E. Ruffaldi, C. Evangelista, M. Bergamasco. (2004). Populating virtual environments using semantic web. *Proceedings of 1st Italian Semantic Web Workshop: Semantic Web Applications and Perspectives*.
- Espinosa, A. F. (2015). *Teatros de Transformación*.
- F. Bousbahi, H. Chorfi. (2015). MOOC-Rec: a case based recommender system for MOOCs. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.
- F. Burkhardt, C. Pelachaud, B. Schuller, E. Zovato. (2017). EmotionML. *Multimodal interaction with W3C standards*, 65-80.
- F. Charles, M. Lozano, S. Mead, A. Bisquerra, M. Cavazza. (2003). Planning formalisms and authoring in interactive storytelling. *Springer (ed.), 1st International Conference on Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment*.
- F. D'Antonio, M. Missikoff, F. Taglino. (2007). Formalizing the OPAL eBusiness ontology design patterns with OWL. *Proceedings of the Third International Conference on Interoperability for Enterprise Software and Applications*, 345-356.
- F. Grimaldo, M. Lozano, F. Barber, G. Viguera. (2008). Simulating socially intelligent agents in semantic virtual environments. *Knowl Eng Rev*, 369-388.

- F. Peinado, and P. Gervás. (2006). Evaluation of automatic generation of basic stories. *New Generation Computing*, 289-302.
- F. Peinado, P. G.-A. (2004). A description logic ontology for fairy tale generation. *Language Resources for Linguistic Creativity Workshop*.
- Figuerola, M. C. (2010). NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse.
- Font, J. M. (s.f.). ¿Por qué teatro social?
- G. Adomavicius, A. Tuzhilin. (2005). Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 734-749.
- G. Adomavicius, A. Tuzhilin. (2011). Context-aware recommender systems. *Recommender systems handbook*, Springer, 217-253.
- G. Adomavicius, B. Mobasher, F. Ricci, A. Tuzhilin. (2011). Context-Aware Recommender Systems. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- G. Antoniou, F. V Harmelen. (2004). Web Ontology Language: OWL. *Handbook on Ontologies*, 67-92.
- G. M. Cerón-Ríos, D. M. López-Gutiérrez, B. Díaz-Agudo, J. A. Recio-García. (2017). Recommendation System based on CBR algorithm for the promotion of Healthier Habits. *Proceedings of the ICCBR 2017 Workshops*.
- G. Zhu, C. A. Iglesias. (2017). Computing semantic similarity of concepts in knowledge graphs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 72-85.
- G.D. Abowd, A. K. Dey, P. J. Brown, N. Davies, M. Smith, P. Steggles. (1999). Towards a better understanding of context and context-awareness. *Handheld and ubiquitous computing*, Springer, 304-307.
- Garavelli, M. (2003). *Odisea en la Escena: Teatro Espontáneo*. Córdoba: Ed. Brujas.
- Gervás, P. (2001). An expert system for the composition of formal Spanish poetry. *Journal of Knowledge-Based Systems*, 181-188.
- Green, M. (2011). State of the industry 2011: ASTD's annual review of workplace learning and development data.
- H. Chen, F. Perich, T. Finin, A. Joshi. (2004). SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications. *Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services*, 258-276.
- H. Chen, T. Finin, A. Joshi. (2003). An Ontology for Context Aware Pervasive Computing Environments. *The Knowledge Engineering Review*, 197-207.

- H. Drachsler, H. Hummel, R. Koper. (2009). Identifying the goal, user model and conditions of recommender systems for formal and informal learning. *Journal of Digital Information*, 4-24.
- H. Liui and P. Singh. (2002). Using commonsense reasoning to generate stories. *Proceedings of the 18th National Conference on Artificial Intelligence*, 957-958.
- H. Sofia Pinto, S. Staab, C. Tempich. (2004). Diligent: Towards a fine-grained methodology for distributed, loosely-controlled and evolving engineering of ontologies. *Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence*, 393-397.
- I. Broekstra, M. Klein, S. Decker, D. Fensel, I. Horrocks. (2000). Adding formal semantics to the Web building on top of RDF Schema. *ECDL 2000 Workshop on the Semantic Web*.
- I. Panagiotopoulos, A. Kalou, C. Pierrakeas, A. Kameas. (2012). An Ontology-Based Model for Student Representation in Intelligent Tutoring Systems for Distance Learning. *Artificial Intelligence Applications and Innovations*, 296-305.
- I. Swartjes, J. Vromen. (2007). Emergent Story Generation: Lessons from Improvisational Theatre. *Proceedings of the AAAI Fall Symposium on Intelligent Narrative Technologies*.
- J. Harris, M. Young. (2005). Proactive meditation in plan-based narrative environments. *IVA'05*.
- J. Recio-Garcia, B. Díaz-Agudo. (2007). Ontology based CBR with jCOLIBRI. *Applications and Innovations in Intelligent Systems XIV, Springer*.
- J. Sandvig, R. Burke. (2005). Aacorn: A CBR recommender for academic advising. *Tech. Rep. TR05-015*.
- J. Tarus, Z. Niu, B. Khadidja. (2018). E-Learning Recommender System Based on collaborative filtering and ontology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 256-261.
- J. Vines, T. Denman-Cleaver, P. Dunphy, P. Wright, P. Olivier. (2014). Experience design theatre: Exploring the role of live theatre in scaffolding design dialogues. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*.
- J.A Hendler. (2001). Agents and the Semantic Web. *IEEE Intelligent Systems*, 30-37.
- J.C. Azpírez, A. Gómez-Pérez, A. Lozano-Tello, S. Pinto. (1998). (ONTO)2 Agent: an Ontology-based WWW broker to select ontologies. *Proceedings of the 13th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'98) Workshop Applications of Ontologies and Problems Solving Methods*.
- J.R. Fontaine, K. R. Scherer, E. B. Roesch, P. C. Ellsworth. (2007). The World of Emotions Is not Two-Dimensional. *Psychological Science*, 1050-1057.
- K. Amailef, J. Lu. (2013). Ontology-supported case-based reasoning approach for intelligent m-Government emergency response services. *Decis. Support System*, 79-97.

- K. Haruna, M. A. Ismail, S. Suhendroyono, D. Damiasih, A. C. Pierewan, H. Chiroma, T. Herawan. (2017). Context-Aware Recommender System: A Review of Recent Developmental Process and Future Research Direction. *Applied Science*.
- K. Rabahallah, L. Mahdaoui, F. Azouaou. (2018). MOOCs Recommender System using Ontology and Memory-based Collaborative Filtering. *ICEIS*, 635-641.
- K. Stoessel, T.A Ihme, M. L. Barbarino, B. Fisseler, S. Stürmer. (2015). Sociodemographic diversity and distance education: who drops out from academic programs and why? *Res. High. Educ.*, 228-246.
- K. Y. Chin, Y. C. (2013). A Mobile Learning Support System for Ubiquitous Learning Environments. *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 14-21.
- K.M Sam, C.R. Chatwin. (2012). Ontology-based text mining model for social network analysis. *IEEE 6th International Conference on Management of Innnovation & Technology*, 226-231.
- L. Ding, T. Fining, A. Joshi, R. Pan, R.S Cost, Y. Peng, P. Reddivari, V.C Doshi, J. Sachs. (2004). Swoogle: A semantic web search and metadata engine. *Proc. 13th ACM Conf. on Information and Knowledge Management*.
- L. J Martin, B. Harrison, M. Riedl. (2016). Improvisational computational storytelling in open worlds. *Ninth International Conference on Interactive Digital Storytelling*, 73-84.
- L. Mostafa, G. Oatly, N. Khalifa, W. Rabie. (2014). A case based reasoning system for academic advising in egyptian educational institutions.
- L. Prमितasari, A. N. Hidayanto, A. A. Krisnadhi, S. Aminah, A.M. Ramadhanie. (2009). Development of Student Model Ontology for Personalization in an E-Learning System based on Semantic Web. *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems*, 434-439.
- L. Vanacken, C. Raymaekers, K. Coninx . (2007). Introducing semantic information during conceptual modelling of interaction for virtual environments. *Proceedings of the 2007 workshop on Multimodal interfaces in semantic interaction*, 17-24.
- Lebowitz, M. (1983). Story-Telling as Planning and Learning. *Proceedings of the Tenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*.
- M. Arguedas, F. Xhafa, T. Daradoumis. (2015). An ontology about emotion awareness and affective feedback in elearning. *International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*.
- M. Batet, D. Sánchez, A. Valls. (2010). An ontology-based measure to compute semantic similarity in biomedicine. *J Biomed Inform*.
- M. Cavazza, F. Charles, and S. J Mead. (2002). Character-based interactive storytelling. *IEEE Intelligent systems*, 17-24.

- M. D. Sykora, T. Jackson, A. O'Brien, S. Elayan. (2013). Emotive ontology: Extracting fine-grained emotions from terse, informal messages. *IADIS International Journal on Computer Sciences and Information Systems*, 106-118.
- M. Fernandez-Lopez, A. Gomez-Perez, N. Juristo. (1997). Methontology: from ontological art towards ontological engineering. *Proceedings of the AAAI97 Spring Symposium*, 33-40.
- M. Gutierrez. (2006). Semantic Virtual Environments. *PhD Thesis*.
- M. Kallmann, D. Thalmann. (1999). Direct 3D interaction with smart objects. *VRST '99: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 124-130.
- M. Luck, R. Aylett. (2000). Applying artificial intelligence to virtual reality: Intelligent virtual environments. *Applied Artificial Intelligence*, 3-32.
- M. Mahaux, A. Hoffman. (2012). Research Preview: Using Improvisational Theatre to Invent and represent scenarios for designing innovative systems. *1st International workshop on creativity in requirements engineering*.
- M. Mateas, A. Stern. (2003). Façade: An experiment in building a fully-realized interactive drama. *Game Developers Conference, Game Design track*.
- M. Messaoud, F. Cherif, C. Sanza, V. Gaildrat. (2015). An Ontology for Semantic Modelling of Virtual Word. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications*.
- M.E. Ibrahim, Y. Yang, D.L. Ndzi, G. Yang, M. Al-Maliki. (2019). Ontology-based personalized course recommendation framework. *IEEE Access*, 5180-5199.
- Meehan, J. (1977). An interactive program that write stories. *Proceedings of the 5th International*, 91-98.
- N. F. Noy, D. L. McGuiness. (2001). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. *Technical Report SMI-2001-0880, Stanford Medical Informatics*.
- N. H. Fridja. (1986). The Emotions. *Cambridge University Press*.
- N. M. Villegas, H. A. Müller. (2005). Managing dynamic context to optimize smart interactions and services. A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 734-749.
- N. Tintarev, E. Reiter, R. Black, A. Waller, J. Reddington. (2016). Personal storytelling: Using Natural Language Generation for children with complex communication needs, in the wild... *International Journal of Human-Computer Studies*, 1-16.
- O. C. Santos, J. G Boticario, A. Manjarrés-Riesco. (2014). An approach for an Affective Educational Recommendation Model. *Recommender Systems for Technology Enhanced Learning: Research Trends & Applications*, 123-143.

- O. C. Santos, J. G. Boticario. (2011). Requirements for semantic educational recommender systems in formal e-learning scenarios. *Algorithms*, 131-154.
- O. C. Santos, J. G. Boticario. (2015). Practical guidelines for designing and evaluating educationally oriented recommendations. *Computers & Education*, 354-374.
- P. Ekman. (1972). Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion. *Nebraska Symposium on Motivation*, 207-282.
- P. Gervás. (2000). Evaluation of different strategies for the automatic generation of spanish verse. *Proceedings of the AISB-00 Symposium on Creative & Cultural Aspects of AI*, 93-100.
- P. Gervás, B. Díaz-Agudo, F. Peinado and R. Hervás. (2005). Story plot generation based on CBR. *Knowledge-Based Systems*, 235-242.
- P. H. Winston. (2011). 2011. The Strong Story Hypothesis and the Directed Perception Hypothesis. *Advances in Cognitive Systems: Papers from the 2011 AAI Fall Symposium (Technical Report FSS-11-01)*,.
- P. Öztürk, A. Aamodt. (1997). Towards a model of context for case-based diagnostic problem solving. *Proceedings of the interdisciplinary conference on modeling and using context*, 198-208.
- Propp, V. (1968). Morphology of the Folktale. *University of Texas*.
- R. Abaalkhail, B. Guthier, R. Alharthi, A. E. Saddik. (2017). Survey on ontologies for affective states and their influences. *Semant Web Preprint*, 1-18.
- R. Bergmann, M. Schaaf. (2003). Structural case-based reasoning and ontology-based knowledge management: A perfect-match. *Journal of Universal Computer Science*, 608-626.
- R. Burke. (2007). Hybrid web recommender systems. *The adaptive web*, 377-408.
- R. Cowie, E. Douglas-Cowie, B. Appolloni, J. Taylor, A. Romano, W. Fellenz. (1999). What a neural net need to know about emotions words. *Computational Intelligence and Applications*, 109-114.
- R. M. Felder, L. Silverman. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, 674-681.
- R. P. Castro, J. M. Rodríguez. (2016). El abandono en la educación virtual y a distancia: El caso de la universidad nacional abierta y a distancia - UNAD, colombia. *Paper presented at the Congresos CLABES*.
- R. Pérez y Pérez, M. Sharples. (2001). Mexica: a computer model of a cognitive account of creative writing. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 119-139.

- R. Swanson, A. Gordon. (2012). Say Anything: Using Textual Case-Based Reasoning to Enable Open-Domain Interactive Storytelling. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, 1-16.
- R.C. Clark, R. E. Mayer. (2011). E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. *John Wiley & Sons*.
- S. Bouraga, I. Jureta, S. Faulkner, C. Herssens. (2014). Knowledge-Based Recommendation Systems. *Int. J. Intell. Inf. Technol*, 1-19.
- S. Bringsjord, D. Ferrucci. (1999). Artificial Intelligence and Literary Creativity: Inside the mind of Brutus, a StoryTelling Machine. *Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ*.
- S. Ebrahimi, N. M. Villegas, H. A. Müller, A. Thomo. (2012). SmarterDeals: a context-aware deal recommendation system based on the SmarterContext engine. *Proc. 2012 Conf. of the Center for Advanced Studies on Collaborative Research*, 217-253.
- S. Fraihat, Q. Shambour. (2014). A framework of semantic recommender system for e-learning. *J. Softw.*
- S. Irawati, D. Calderon, H. Ko . (2005). Semantic 3d object manipulation using object ontology in multimodal interaction framework. *Proceedings of ICAT'05*, 35-39.
- S. Irawati, D. Calderón, H. Ko. (2006). Spatial Ontology for semantic integration in 3d multimodal interaction framework. *ACM International Conference on VRCIA*, 129-135.
- S. Klein, J.F. Aeschliman, D. Balsiger, S. L. Converse, C. Court, M. Foster, R. Lao, J. D. Oakley, J. Smith. (1973). Automatic Novel Writing: A Status Report. *Technical Report, Computer Science Department*.
- S. Song, M. Kim, S. Rho, E. Hwang. (2009). Music ontology for mood and situations reasoning to support music retrieval and recommendation. *Third International Conference on the Digital Society*.
- Santos, O. C. (2016). Emotions and personality in e-learning systems: an affective computing perspective. *Emotions and Personality in Personalized Systems*, 278-279.
- T. A. Alemu, A. K. Tegegne, A. Nega Tarekegn. (2017). Recommender System in Tourism Using Case based Reasoning Approach. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business (IJIEEB)*, 34-43.
- T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. Corrado, J. Dean. (2013). Distributed Representations of Words and Phrases and their compositionality. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 3111-3119.
- T. Schreiber, B. J. Wielinga, J. M. Akkermans, W. V. de Velde, R. de Hoog. (1994). CommonKADS: A comprehensive methodology for KBS development. *IEEE Expert*.
- T. Strang, C. Linnhoff-Popien. (2004). A Context Modeling Survey. *First International Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management*.

- T.R. Gruber. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 199-220.
- T-H Trinh. (2012). A Constraint-based Approach to Modelling Spatial Semantics of Virtual Environments. *Université Européenne de Bretagne, PhD thesis*.
- Turner, S. R. (1992). *Ministrel: A Computer*. University of California, Los Angeles, California.
- V. Eyharabide, A. Amandi, M. Courgeon, C. Clavel, C. Zakaria, J-Claude Martin. (2011). An ontology for predicting student's emotions during a quiz comparison with self-reported emotions. *IEEE Workshop on Affective Computational Intelligence*.
- V. Maniraj, R. Sivakumar. (2010). Ontology Languages - A Review. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 887-891.
- X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu, H. K. Pung. (2004). Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL. *Workshop Proceedings of the 2nd IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications*, 18-22.
- X. Zhang, H. Wang. (2005). Study on recommender systems for business-to-business electronic commerce. *Comm. IIMA*, 53-61.
- Y. Li, ZA. Bandar, D. McLean. (2003). An approach for measuring semantic similarity between words using multiple information sources. *IEEE Trans Knowl Data Eng*.
- Y. Sure, R. Studer. (1999). On-to-knowledge methodology.
- Z. Wu, M. Palmer . (1998). Verb semantics and lexical selection. *Proceedings of the 32nd annual meeting of the association for computational linguistics*, 265-283.