

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INFORMÁTICA



Universidad  
Rey Juan Carlos

Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de  
Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e  
Investigación Operativa

**Propuesta de Metodología para el Diseño e Integración  
en el Aula de un Agente Conversacional Pedagógico  
desde Educación Secundaria hasta Educación Infantil**

**TESIS DOCTORAL**

**Silvia Tamayo Moreno**

2017

Directora: Diana Pérez Marín



UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
INFORMÁTICA



Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de  
Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e  
Investigación Operativa

**Propuesta de Metodología para el Diseño e Integración  
en el Aula de un Agente Conversacional Pedagógico  
desde Educación Secundaria hasta Educación Infantil**

**TESIS DOCTORAL**

**Doctorando:**

Silvia Tamayo Moreno

**Directora:**

Diana Pérez Marín



Doctora Doña Diana Pérez Marín, Profesor Contratado Doctor del Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos, Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Rey Juan Carlos, como directora de la Tesis Doctoral “Propuesta de Metodología para el Diseño e Integración en el Aula de un Agente Conversacional Pedagógico desde Educación Secundaria hasta Educación Infantil” realizada por el doctorando Silvia Tamayo Moreno.

HACE CONSTAR

Que esta Tesis Doctoral reúne los requisitos necesarios para su defensa y aprobación.

En Móstoles, a 26 de abril de 2017

Doctora Doña Diana Pérez Marín



*A mis padres y a mi hermano*





## Agradecimientos

Harriet Tubman decía “Cada gran sueño comienza con un soñador. Recuerde siempre, usted tiene en su interior la fuerza, la paciencia y la pasión para alcanzar las estrellas para cambiar el mundo”.

En mi caso, siempre he sido de la opinión de los que dicen que “si quieres, te sobran las alas”. Sin embargo, el vuelo es más placentero, seguro y enriquecedor, si estamos rodeados de personas que nos aportan, a las que aportamos y que juntos, sumamos. Es por ello, que quiero aprovechar para dar las gracias a todas ellas.

Quería mostrar mi agradecimiento, en especial, a Diana Pérez, directora de este trabajo, guía y apoyo constante. Por todo su tiempo y dedicación, por hacer posibles los “a priori”, llamados imposibles en forma de tiempo, intentando cuadrar horarios y fechas en nuestras apretadas agendas. En este sentido, dar las gracias a José y Lupe, que tanto nos han facilitado el camino. Pero sobre todo, mi más sincero agradecimiento a Diana, por concederme y compartir conmigo algo tan valioso como su tiempo, conocimientos y experiencia.

A Edu, mi hermano y amigo, con quien he compartido tantas cosas, y con el que puedo hacer prácticamente cualquiera. Por su compañía, apoyo, pensamiento, forma de ser, ayuda, escapadas, viajes, batallas en la montaña, aventuras, y, sobre todo, por los momentos compartidos y los que nos quedan.

A mis padres, por ser siempre un referente y apoyo constante, que me lo han dado todo, y que tanto tienen que ver en la persona que soy hoy en día. Los padres, son ellos quienes, en un primer momento, nos dan la mano y nos enseñan a mantener el equilibrio. Nos orientan y guían después, preparándonos para alzar el vuelo. Son la referencia a quien acudir, la llamada que siempre responde o nuestros consejeros, una vez que alzamos el vuelo. Y probablemente, en la cabeza de quien intentemos ponernos el día de mañana. Por todo ello, gracias.

A mi familia, por existir y ser lo mejor que tengo, con los que tan buenos momentos comparto, por estar siempre. En especial a Lourdes, mi prima, por escuchar siempre mis reflexiones, ayudarme y apoyarme. Por ser un ejemplo de entereza y superación, de vida. Por los mejores consejos y la forma de pensar que tiene, que siempre me orienta y ayuda.

A mis amigos, por los gratos momentos compartidos, por sus ánimos, aventuras y lo que nos queda.

Agradecer a Noelia Rodil, Ruth González, Vanesa Caballero, Laura Gómez y Patricia Vargas, a los colegios y todos los profesores y niños, por colaborar y ser parte de este proyecto, habiéndolo hecho posible.

A Marta Gómez, por la revisión de las adaptaciones realizadas. A Ismael Pascual por las evaluaciones heurísticas. A ambos por su tiempo y experiencia, por haber colaborado cuando se han requerido expertos en la materia. A Sonia, por su tiempo, dedicación, habilidad en las letras y haber aportado un enfoque psicológico a este trabajo.

En general, a todas las personas que día a día aportan su grano de arena a la investigación, singularmente, al área que nos ocupa y en el que se enmarca este trabajo, siendo el contexto que nos envuelve.

Dicen que “Este es un universo matemático. Estamos rodeados de ecuaciones y sumas. Tu vida: el estado actual de tu vida y la vida misma es una suma directa de la ecuación que tú mismo has creado. Tu vida es un reflejo de muchas decisiones que has tomado en los innumerables puntos de elección en los cuales te has encontrado. Los grandes logros son la suma de una gran ecuación deliberada” S.M.

Por ello, mi gratitud a todas y cada una de las personas que conforman las partes de la suma, a nivel personal, profesional, investigador, y a todos aquellos que día a día contribuyen con su trabajo y conocimientos a la investigación, y con ello, a avances en la sociedad.

# Índice general

<b>Capítulo 1 Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	4
1.1.1 Profesores .....	4
1.1.2 Estudiantes .....	4
1.1.3 Informática.....	5
1.2 Escenario.....	5
1.3 Visión global .....	7
1.4 Publicaciones .....	9
1.5 Organización .....	11
<b>Capítulo 2 Estado del arte .....</b>	<b>13</b>
2.1 Agentes Conversacionales Pedagógicos .....	13
2.1.1 Definición .....	13
2.1.2 Taxonomía .....	14
2.1.3 Metodología de diseño .....	16
2.1.4 Algoritmo de funcionamiento.....	20
2.1.5 Revisión de agentes .....	22
2.1.6 Evaluación .....	41
2.2 Interacción Persona Ordenador.....	46
2.2.1 Definición .....	46
2.2.2 Diseño Centrado en el Usuario.....	47
2.2.3 Usabilidad.....	53
2.2.4 Evaluación .....	55
<b>Capítulo 3 Propuesta Metodológica.....</b>	<b>65</b>
3.1 Comunicación con el equipo docente .....	67
3.2 Validación de la interfaz.....	68
3.3 Validación de la funcionalidad.....	68
3.4 Sesiones prácticas .....	69
3.5 Evaluación .....	69
3.6 Adaptación entre niveles educativos.....	74
3.6.1 Descripción del contexto .....	74
3.6.2 MEDIE en los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil.....	77
3.6.3 Adaptación de agentes entre niveles.....	79
<b>Capítulo 4 Validación de MEDIE: Dr. Roland.....</b>	<b>85</b>
4.1 Integración en el aula de Educación Secundaria .....	85
4.1.1 Comunicación con el equipo docente .....	88
4.1.2 Validación de la interfaz .....	92
4.1.3 Validación de la funcionalidad .....	94
4.1.4 Sesiones prácticas .....	102
4.1.5 Evaluación .....	105
4.2 Integración en el aula de Educación Primaria .....	117
4.2.1 Comunicación con el equipo docente.....	119
4.2.2 Validación de la interfaz .....	122
4.2.3 Validación de la funcionalidad .....	125
4.2.4 Sesiones prácticas .....	131
4.2.5 Evaluación .....	131

4.3 Integración en el aula de Educación Infantil .....	147
4.3.1 Comunicación con el equipo docente .....	150
4.3.2 Validación de la interfaz .....	155
4.3.3 Validación de la funcionalidad .....	157
4.3.4 Sesiones prácticas .....	167
4.3.5 Evaluación .....	167
4.4 Adaptaciones realizadas entre niveles.....	198
4.4.1 Adaptaciones de la interfaz.....	198
4.4.1 Adaptaciones del algoritmo .....	209
<b>Capítulo 5 Conclusiones y trabajo futuro .....</b>	<b>213</b>
5.1 Objetivos cumplidos .....	213
5.1.1 Objetivos cumplidos para los profesores.....	214
5.1.2 Objetivos cumplidos para los estudiantes.....	215
5.1.3 Objetivos cumplidos para informática.....	216
5.2 Contribuciones .....	218
5.3 Trabajo futuro .....	221
<b>Bibliografía.....</b>	<b>223</b>
<b>Apéndice A .....</b>	<b>241</b>
<b>Cuestionarios.....</b>	<b>241</b>
A.1 Educación Secundaria.....	241
A.1.1 Cuestionario de los estudiantes.....	241
A.2 Educación Primaria.....	242
A.2.1 Cuestionario de opinión de los docentes/estudiantes en prácticas .....	242
A.2.2 Cuestionario de opinión de los alumnos.....	243
A.3 Educación Infantil.....	244
A.3.1 Cuestionario de opinión de los profesores (Experiencia Inf-1 e Inf-2) ..	244
A.3.2 Cuestionario de opinión de los profesores (Experiencia Inf-3).....	245
<b>Apéndice B .....</b>	<b>247</b>
<b>Datos de la aplicación de MEDIE .....</b>	<b>247</b>
B.1 Educación Secundaria .....	247
B.1.1 Comunicación con el equipo docente: requisitos .....	247
B.1.2 Evaluación: Técnicas IPO – Medida de las prestaciones .....	252
B.2 Educación Primaria .....	253
B.2.1 Comunicación con el equipo docente: requisitos .....	253
B.2.2 Evaluación: Técnicas IPO – Medida de las prestaciones .....	255
B.3 Educación Infantil .....	256
B.3.1 Comunicación con el equipo docente: requisitos .....	256
B.3.2 Evaluación: Técnicas IPO – Medida de las prestaciones .....	259
B.3.3 Evaluación: Técnicas Big Data - Aplicación de KDDIAE.....	260
B.3.4 Evaluación: Técnicas Big Data - Aplicación de BIDA E.....	262

## Índice de figuras

Figura 1.1 Autotutor (Person y Graesser, 2000) .....	2
Figura 1.2 Representación del escenario descrito para el aula de Infantil .....	5
Figura 1.3 Visión global del marco de investigación de este trabajo .....	7
Figura 2.1 Interfaz del agente Laura (Theodoridou y Yerasimou, 2008).....	23
Figura 2.2 Agente Willow (Pérez-Marín, 2010; Nieto, 2009) .....	25
Figura 2.3 Interfaz del agente Betty (Leelawong y Biswas, 2008).....	26
Figura 2.4 Ejemplo de uso del Challenging Teachable Agent (Kirkegaard et al. 2014) .....	28
Figura 2.5 Interfaz de Lucy (Matsuda et al. 2010b).....	30
Figura 2.6 Ejemplos de preguntas de The Teachable Agent Math Game (Pareto, 2010).....	32
Figura 2.7 Ejemplo de uso del agente MyPet (Chen et al. 2008) .....	34
Figura 2.8 Agente Sbel (Reategui et al. 2007) .....	36
Figura 2.9 Ejemplo de uso del agente Troublemaker (Aïmeur y Frasson, 1996) .....	38
Figura 2.10 Leyenda de la comparativa de agentes.....	40
Figura 2.11 Proceso iterativo del DCU según ISO 13407.....	49
Figura 2.12 Fases del DCU (Lorés et al. 2002) .....	50
Figura 3.1 MEDIE ciclo iterativo e incremental.....	65
Figura 3.2 Visión global de MEDIE y cómo extiende el DCU .....	66
Figura 3.3 Propuesta KDDIAE .....	70
Figura 3.4 Propuesta BIDAÉ.....	72
Figura 4.1 Aplicación de MEDIE en Educación Secundaria .....	85
Figura 4.2 Diagrama iterativo e incremental de la aplicación de MEDIE en Secundaria .....	86
Figura 4.3 Prototipo 1 en papel de la interfaz del estudiante .....	94
Figura 4.4 Pseudocódigo de la primera versión del algoritmo RUANLP de Secundaria .....	95
Figura 4.5 Pseudocódigo de la versión final del algoritmo RUANLP de Secundaria .....	97
Figura 4.6 Diagrama de la versión final del algoritmo RUANLP de Secundaria .....	97
Figura 4.7 Prototipo 2 de la interfaz del estudiante .....	99
Figura 4.8 Interfaz del estudiante. Interacción y casos en los que se inserta texto .....	102
Figura 4.9 Interfaz del estudiante. Ejemplo de selección entre las respuestas disponibles.....	103
Figura 4.10 Aplicación de MEDIE en Educación Primaria.....	118
Figura 4.11 Diagrama iterativo e incremental de la aplicación de MEDIE en Primaria .....	118
Figura 4.12 Prototipo 4 en papel de la interfaz del estudiante de Primaria.....	124
Figura 4.13 Pseudocódigo de la versión final del algoritmo RUANLP de Primaria .....	126
Figura 4.14 Diagrama de la versión del algoritmo RUANLP de Primaria .....	126
Figura 4.15 Prototipo 5 de la interfaz del estudiante para Primaria.....	128
Figura 4.16 Prototipo 6 de la interfaz del estudiante para Primaria.....	130
Figura 4.17 Aplicación de MEDIE en Educación Infantil.....	148
Figura 4.18 Diagrama iterativo e incremental de la aplicación de MEDIE en Infantil.....	149
Figura 4.19 Prototipo 7 en papel de la interfaz del estudiante de Infantil .....	156
Figura 4.20 Pseudocódigo de la versión final del algoritmo RUANLP de Infantil.....	157

Figura 4.21 Diagrama de la versión del algoritmo RUANLP de Infantil.....	158
Figura 4.22 Prototipo 8 Infantil - Interfaz inicial .....	161
Figura 4.23 Prototipo 8 Infantil - Enunciado del ejercicio.....	162
Figura 4.24 Prototipo 8 Infantil - Se pregunta si entiende lo que se tiene que hacer .....	162
Figura 4.25 Prototipo 8 Infantil - Se muestra ayuda .....	162
Figura 4.26 Prototipo 8 Infantil - Interacción por voz .....	163
Figura 4.27 Prototipo 8 Infantil - Se informa que la respuesta es correcta .....	163
Figura 4.28 Prototipo 9 Infantil – Interacción con teclado .....	165
Figura 4.29 Prototipo 9 Infantil - Se incluye y activa la voz del agente.....	166
Figura 4.30 Aplicación de KKDIAE a datos de la interacción entre Dr. Roland y los niños de Educación Infantil.....	192
Figura 4.31 Aplicación de BIDAIE a datos de Dr. Roland y los niños de Educación Infantil .....	197
Figura 4.32 Adaptación Interfaz entre niveles – Color.....	200
Figura 4.33 Adaptación Interfaz entre niveles - Elementos predominantes .....	200
Figura 4.34 Adaptación Interfaz entre niveles - Modo interacción .....	202
Figura 4.35 Adaptación Interfaz entre niveles - Introducción respuestas al ejercicio .....	202
Figura 4.36 Adaptación Interfaz entre niveles - Introducir texto.....	203
Figura 4.37 Adaptación Interfaz entre niveles - Ayuda prestada.....	205
Figura 4.38 Adaptación Interfaz entre niveles - Informar resultado de la respuesta .....	205
Figura 4.39 Adaptación Interfaz entre niveles - Imagen del agente .....	206
Figura 4.40 Adaptación Interfaz entre niveles - Enunciado del ejercicio.....	207
Figura 4.41 Diagrama comparativo de los algoritmos de Infantil, Primaria y Secundaria .....	209
Figura 5.1 Contribuciones realizadas en el marco de este trabajo .....	218
Figura B.1 Resultado de la aplicación del algoritmo EM (Parte 1) .....	260
Figura B.2 Resultado de la aplicación del algoritmo EM (Parte 2) .....	261
Figura B.3 Resultado de la aplicación del algoritmo Cobweb .....	261

## Índice de tablas

Tabla 2.1 Agent Learner Interactions (EnALI) Veletsianos et al. (2009).....	18
Tabla 2.2 Revisión de agentes.....	40
Tabla 3.1 Generalidades de los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil.....	75
Tabla 3.2 Características de la interfaz para los niveles de Secundaria, Primaria e Infantil.....	80
Tabla 3.3 Características del algoritmo para los niveles de Secundaria, Primaria e Infantil.....	83
Tabla 4.1 Resumen de las reuniones con el equipo docente en Secundaria.....	87
Tabla 4.2 Perfil de los usuarios.....	90
Tabla 4.3 Necesidades de los profesores.....	90
Tabla 4.4 Resumen de requisitos resultantes de las reuniones para Secundaria.....	91
Tabla 4.5 Resumen de ejercicios matemáticos proporcionada por los profesores.....	104
Tabla 4.6 Métodos de evaluación de la IPO usados para Secundaria.....	105
Tabla 4.7 Respuestas en relación a diferentes aspectos que podría tener un programa.....	110
Tabla 4.8 Respuestas cuál debe ser la reacción del agente cuando no se está atento.....	111
Tabla 4.9 Respuestas en relación a la forma del programa.....	111
Tabla 4.10 Respuestas al comportamiento si no se entiende un ejercicio de Matemáticas....	111
Tabla 4.11 Cuestionario de Secundaria: si creen que el programa les puede ser útil.....	113
Tabla 4.12 Evaluación - Grabación del Uso en Secundaria: medidas globales.....	113
Tabla 4.13 Evaluación - Grabación del Uso en Secundaria: medidas por experiencia.....	114
Tabla 4.14 Evaluación - Grabación del Uso en Secundaria: medidas por sesión.....	114
Tabla 4.15 Ev. - Medidas de las prestaciones en Secundaria: medidas por experiencia.....	115
Tabla 4.16 Resumen de la comunicación de Primaria en periodos mensuales.....	119
Tabla 4.17 Perfil de los usuarios de Primaria.....	120
Tabla 4.18 Necesidades de los profesores de Primaria.....	120
Tabla 4.19 Resumen de los requisitos resultantes de las reuniones para Primaria.....	121
Tabla 4.20 Métodos de evaluación de la IPO usados para Primaria.....	132
Tabla 4.21 Evaluación - Cuestionarios: Docentes de Primaria.....	138
Tabla 4.22 Cuestionario Primaria sobre si les gusta trabajar con las tecnologías.....	140
Tabla 4.23 Cuestionario Primaria: si les pareció interesante Dr. Roland.....	141
Tabla 4.24 Cuestionario Primaria: si les había ayudado a desarrollar sus conocimientos.....	141
Tabla 4.25 Cuestionario Primaria: apariencia y funcionamiento del agente.....	142
Tabla 4.26 Cuestionario Primaria: aprender más mediante este tipo de aplicación.....	142
Tabla 4.27 Cuestionario Primaria: recursos o buscadores que suelen usar.....	143
Tabla 4.28 Evaluación - Grabación del Uso en Primaria: medidas globales.....	144
Tabla 4.29 Evaluación - Grabación del Uso en Primaria: medidas por experiencia.....	144
Tabla 4.30 Evaluación - Grabación del Uso en Primaria: medidas por sesión.....	145
Tabla 4.31 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Primaria: medidas por sesión.....	146
Tabla 4.32 Resumen de la comunicación mantenida en Infantil en periodos mensuales.....	151
Tabla 4.33 Perfil de los usuarios de Infantil.....	152
Tabla 4.34 Necesidades de los profesores de Educación Infantil.....	153

Tabla 4.35 Resumen de los requisitos resultantes de las reuniones para Infantil.....	154
Tabla 4.36 Evaluación – Docentes de Infantil .....	183
Tabla 4.37 Evaluación - Grabación del Uso en Infantil: medidas globales.....	186
Tabla 4.38 Evaluación - Grabación del Uso en Infantil: medidas por experiencia .....	187
Tabla 4.39 Evaluación - Grabación del Uso en Infantil: medidas por sesión .....	187
Tabla 4.40 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Infantil: medidas por experiencia....	190
Tabla 4.41 Características Interfaces de Dr. Roland para Secundaria, Infantil y Primaria .....	199
Tabla 4.42 Características algoritmos de Dr. Roland para Secundaria, Infantil y Primaria.....	208
Tabla 5.1 Revisión de agentes: Agente Dr. Roland .....	219
Tabla B.1 Requisitos resultantes de las reuniones para Secundaria.....	247
Tabla B.2 Ev. - Medidas de las prestaciones en Secundaria: medidas por experiencia .....	252
Tabla B.3 Requisitos resultantes de las reuniones para Primaria .....	253
Tabla B.4 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Primaria: medidas por experiencia ...	255
Tabla B.5 Requisitos resultantes de las reuniones para Infantil .....	256
Tabla B.6 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Infantil: medidas por sesión .....	259
Tabla B.7 Características y variables para el análisis.....	262
Tabla B.8 Resultados aplicación algoritmo C4. 5 .....	263



## Acrónimos

**AC** Agente Conversacional

**ACM** Association for Computing Machinery

**ACP** Agente Conversacional Pedagógico

**ADIE** Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

**AIPO** Asociación de Interacción Persona Ordenador

**ANSI** American National Standards Institute

**AP** Agente Pedagógico

**ARCS** Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction

**BI** Business Intelligent

**BIDAE** Uso de Big Data para la obtención de Información de Agentes y Estudiantes

**CEN** Comité Europeo de Normalización

**CHI** Computer-Human Interaction

**CSEDU** International Conference on Computer supported Education

**CTA** Challenging Teachable Agent

**DCU** Diseño Centrado en el Usuario

**ECA** Embodied Conversational Agent

**EM** Algoritmo Esperanza-Maximización

**EnALI** Enhancing Agent Learner Interactions

**GPL** General Public License

**HCI** Human-Computer Interaction

**IBM** International Business Machines

**ICEEEL** International Conference on e-Education and e-Learning

**ICEIT** International Conference on Education and Information Technology

**ICS** Sistema Inteligente de Entrenamiento

**IEC** International Electrotechnical Commission

**IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers

**iELA** The International E-Learning Association

**IPO** Interacción Persona Ordenador

**ISO** Organización Internacional de Estandarización

**IT** Information Technology

**ITS** intelligent tutoring systems

**JITICE** Jornadas de Innovación y TIC Educativa

**KDD** Knowledge Discovery in Databases

**KDDIAE** Aplicación del KDD (Knowledge Discovery in Databases) a los datos de la interacción entre ACP y estudiantes

**L:** Group L (learning)

**LT:** Group LT (learning + nurturing),

**LTP:** Group LTP (learning + nurturing + performance).

**LBT** Learning by Teaching (LBT)

**LSA** Análisis Semántico Latente

**MEDIE** Metodología basada en el Diseño Centrado en el Usuario para el Diseño, Integración y Evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos

**NLP** Natural Language Processing

**ON's** Organismos de Normalización

**PALs** Pedagogic Agent as Learner Companion

**PLN** Procesamiento del Lenguaje Natural

**RAE** Real Academia Española

**RUANLP** Reading Understanding Agent Natural Language Processing

**RUP** Rational Unified Process

**SBeL** Scenario-Based e-Learning

**SGBD** Sistemas de Gestión de Bases de Datos

**SIGCHI** Special Interest Group on Computer-Human Interaction

**SIIE** Simposio Internacional de Informática Educativa

**STEM** Science, Technology, Engineering and Mathematics

**TA** Teachable Agent

**TIC** Tecnologías de la Información y la Comunicación

**UPA** Usability Professionals' Association

**WASET** World Academy Of Science, Engineering and Technology

## RESUMEN

Los Agentes Conversacionales Pedagógicos (ACPs) pueden ser definidos como sistemas o programas informáticos que suponen un medio de aprendizaje para los estudiantes y un recurso en la enseñanza a los profesores, haciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje más ameno. En la actualidad, existen gran cantidad de agentes aplicados en diversos dominios. No obstante, en la revisión de la literatura, no se ha podido encontrar una metodología para su diseño, integración en las aulas y evaluación, sino únicamente experiencias de diferentes autores, sin una base ni guías comunes.

En este trabajo se propone la Metodología para el Diseño, Integración y Evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos llamada MEDIE con las siguientes fases: comunicación con el equipo docente, validación de la interfaz, validación de la funcionalidad, sesiones prácticas y evaluación. Dicha metodología, se realiza de forma iterativa e incremental, basándose y extendiendo el Diseño Centrado en el Usuario clásico.

MEDIE también propone adaptaciones entre diferentes niveles educativos, poniendo énfasis en las características de la interfaz y algoritmo en base a una serie de criterios. Como elementos predominantes, modo de interacción principal, ayuda prestada, imagen del agente o enunciado del ejercicio para la interfaz. O en el algoritmo criterios como el diálogo, profundidad en la ayuda, interacción, forma de la ayuda prestada o forma del ejercicio. Todo ello, teniendo en consideración las características de los estudiantes de cada uno de los niveles, como por ejemplo si saben leer y escribir, capacidad para interactuar de forma escrita o mediante la voz, manejo del agente individual o con el profesor, tipología de los ejercicios, fondo de la interfaz, profundidad en la ayuda, o flexibilidad en el entendimiento del modo de entrada de las respuestas.

Para validar MEDIE, se ha desarrollado un Agente Conversacional Pedagógico, llamado Dr. Roland, para los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil. Ha sido integrado en las aulas y usado por 19 niños (12 y 13 años) en los niveles de Secundaria para el área de Matemáticas en un colegio, por 58 niños (11 y 12 años) de Primaria para Educación Física en dos colegios, y por 72 niños (entre 2 y 5 años) de Infantil con los temas de animales y Ciencias de la Naturaleza en tres colegios. Dr. Roland es el primer agente que se aplica a Educación Infantil con niños de muy corta edad. Algo que cobra especial relevancia, puesto que hasta donde se tenía información y se ha podido comprobar en la revisión de la literatura realizada, no se había usado ni existía previamente ningún ACP en edades tan tempranas.

Dr. Roland se basa en un algoritmo que guía la interacción entre el ACP y los niños, llamado RUANLP, que se propone y valida también en el marco de este trabajo, así como su adaptación según el nivel educativo en el que se use.

En cuanto a la evaluación, se propone por primera vez un enfoque conjunto basado en técnicas de evaluación de la usabilidad y técnicas Big Data. Para la primera, empleando métodos de inspección como las heurísticas y el recorrido cognitivo, métodos de indagación como observación de campo, entrevistas, cuestionarios y registro del uso, y métodos de test como interacción constructiva, método del conductor y medida de las prestaciones. Mientras

que las técnicas Big Data con dos propuestas aplicadas por primera vez a evaluación en ACPs, que son: KDDIAE, aplicación del KDD (Knowledge Discovery in Databases) a los datos de la interacción entre ACP y estudiantes, y BIDAIE, uso de Big Data para la obtención de información de Agentes y Estudiantes.

El uso de las técnicas de la IPO (Interacción Persona Ordenador) ha puesto de manifiesto la usabilidad de Dr. Roland, que ha podido ser usado por los estudiantes, siendo capaces de completar los ejercicios solicitados. Existe también una opinión favorable en su uso, a raíz de la información obtenida de los cuestionarios y entrevistas. En Secundaria, un 94,73% de los estudiantes manifestaron en los cuestionarios realizados tras el uso del agente, que consideraban que el programa les puede ser útil y en primaria por encima del 80%. Y en Infantil, el 100% de los niños indicó en las asambleas que les había gustado usarlo.

El uso de KDDIAE y BIDAIE ha permitido poner de manifiesto relaciones novedosas entre algunas variables o el impacto de algunas en otras en la interacción entre los niños y el agente, como por ejemplo que niños que inicialmente no sabían hacer el ejercicio, tras la ayuda ya entienden y son capaces de resolverlo, o que dentro del ciclo de edades muy tempranas, los de menos edad hacen más uso de la interacción por voz.

Los resultados de este trabajo se han materializado en 11 publicaciones nacionales e internacionales. Una de ellas fue galardonada con el Premio eMadrid 2013 al mejor Proyecto de Fin de carrera, Trabajo de Fin de Grado o Trabajo de Máster y el artículo con la propuesta de MEDIE con el Best Paper Award en abril de 2017. Además, se quiere destacar que el uso de MEDIE no sólo ha permitido la creación de Dr. Roland según las necesidades de los profesores de Educación Secundaria, Primaria e Infantil, y en dominios tan diversos como Matemáticas, Educación Física o Ciencias de la Naturaleza, sino que ha cumplido otro de los objetivos fundamentales que era su integración efectiva en el aula, ya que Dr. Roland sigue usándose en varios colegios y adaptándose a nuevas necesidades, según van surgiendo.

## ABSTRACT

Pedagogical Conversational Agents (PCAs) can be defined as systems or programs that represent a means of learning for students and a resource in teaching for teachers, making the teaching and learning process more enjoyable. At present, there are many agents applied in different domains. However, in the review of the literature, it has not been possible to find a methodology for its design, school integration and evaluation, but only the experiences of different authors, without a common base or guidelines.

In this paper, it is proposed the Methodology for the Design, Integration and Evaluation of Pedagogical Conversational Agents called MEDIE with the following phases: communication with the teaching team, interface validation, functionality validation, practical sessions and evaluation. This methodology is done in an iterative and incremental manner, basing and extending the classical User Centered Design.

MEDIE also proposes adaptations between different educational levels, emphasizing interface and algorithm characteristics on the basis of a set of criteria (such as predominant elements, main interaction mode, provided help, agent image or exercise statement for interface and dialogue, depth on help, interaction, form of provided help or exercise in the algorithm), taking into account the student characteristics at each level (such as if they know how to read and write, ability to interact in a written or voice manner, using the agent individually or with the teacher, exercise typology, interface background, depth of help, or flexibility in understanding of response input mode).

In order to validate MEDIE, a Pedagogical Conversational Agent, called Dr. Roland, has been developed for the levels of Secondary, Primary and Early Childhood Education. It has been integrated into schools and used by 19 children (12 and 13 years old) in Secondary level for the area of mathematics in a school, by 58 children (11 and 12 years) of Primary for Physical Education in two schools, and for 72 children (between 2 and 5 years) of Early Childhood Education with the areas of animals and Natural Sciences in three schools. Dr. Roland is the first agent that applies to Early Childhood Education with very young children. Something that is particularly relevant, since as far as information was known and verified in the literature review, no PCA had been used or existed previously at an early age.

Dr. Roland is based on an algorithm that guides the interaction between the PCA and the children, called RUANLP, which is proposed and validated also in this work. As well as its adaptation according to the educational level in which it is used.

In terms of evaluation, a joint approach based on usability evaluation techniques is proposed for first time (using inspection methods as heuristic and cognitive journey, inquiry methods as field observation, interviews, questionnaires and logging, and testing methods as constructive interaction, driver method and performance measurement) and Big Data techniques (with two proposals applied for the first time in PCAs, which are: KDDIAE, KDD (Knowledge Discovery in Databases) application to interaction data between PCA and students, and BIDAIE, use of Big Data to obtain information from Agents and Students).

The use of the Human-Computer Interaction (HCI) techniques has revealed the usability of Dr. Roland, which has been used by students, being able to complete requested exercises, and there is a favorable opinion on its use as it has been known from questionnaires and interviews. In Secondary schools, 94.73% of the students stated in the questionnaires made after the use of the agent that they thought that the program could be useful to them. Over 80% of students in Primary Schools answered the same. In Early Childhood Education 100% of the children indicated in the assemblies that they liked to use it.

The use of KDDIAE and BIDAE has revealed novel relationships between some variables or the impact of some of them on others in the interaction between the children and the agent, such as children who initially did not know how to do the exercise, and after help is provided, they understood and were able to solve it, or that within the very early age cycle, those of lesser age make more use of voice interaction.

The results of this work have been materialized in 11 national and international publications. One of them was awarded with the eMadrid 2013 Award for the best End-of-Course Project, End-of-Grade Work or Master's Work, and the article with MEDIE proposal with the Best Paper Award in April 2017. Moreover, emphasizes that the use of MEDIE has not only allowed the creation of Dr. Roland according to the needs of teachers of Secondary, Primary and Early Childhood Education in domains as diverse as Mathematics, Physical Education and Natural Sciences, but it has fulfilled another of the fundamental objectives that is its effective integration in the school, since Dr. Roland continues to be used in several schools and adapting to new needs, as they arise.

# Capítulo 1 Introducción

La sociedad está en continuo avance y cambio en los diferentes ámbitos, entre ellos, la tecnología (Ibáñez, 2004). Ésta necesita de los usuarios (Castells, 2009) y los usuarios de ella para cubrir necesidades en diferentes ámbitos como el laboral, de ocio, del día a día y/o despertar otras nuevas (Perfetti, 2005).

La tecnología se encuentra presente en diversos ámbitos de la sociedad, aumentando su importancia y su uso en las diferentes áreas. Entre ellas, la educación, según los avances registrados en simposios internacionales como el “XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE)” (García-Peñalvo y Mendes, 2016; HTTP30), iELA The International E-Learning Association (HTTP5), ADIE Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (HTTP6), “International Conference on Education and Information Technology (ICEIT'16)” (HTTP7) o “CSEDU 9 International Conference on Computer supported Education” (HTTP8).

Nos encontramos en un ciclo evolutivo en el que es importante que el sistema escolar, las instituciones y el ámbito docente en general, se adapten a los cambios que la sociedad demanda. El papel de los docentes en la evolución tecnológica en la educación, concretamente en las aulas, es fundamental, promoviendo el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), innovando, creando y arriesgando a hacer un aprendizaje alternativo al tradicional. Además, es importante la identificación de áreas en las que hay deficiencias e involucrar a las instituciones, para adoptar nuevos modelos educativos (González y Hernández, 2014). Las posibilidades actuales y potenciales de la tecnología, presentan un serio desafío para todo el ámbito educativo, incluido el institucional (González y Hernández, 2014).

Si estamos ante una sociedad con gran presencia de las TIC, se necesita que la escuela también lo sea, y que la integración vaya unida a un proceso de innovación educativa, pues en caso contrario “estaremos ante escenarios llenos de tecnología, pero vacíos de pedagogía” (Roig-Vila, 2010).

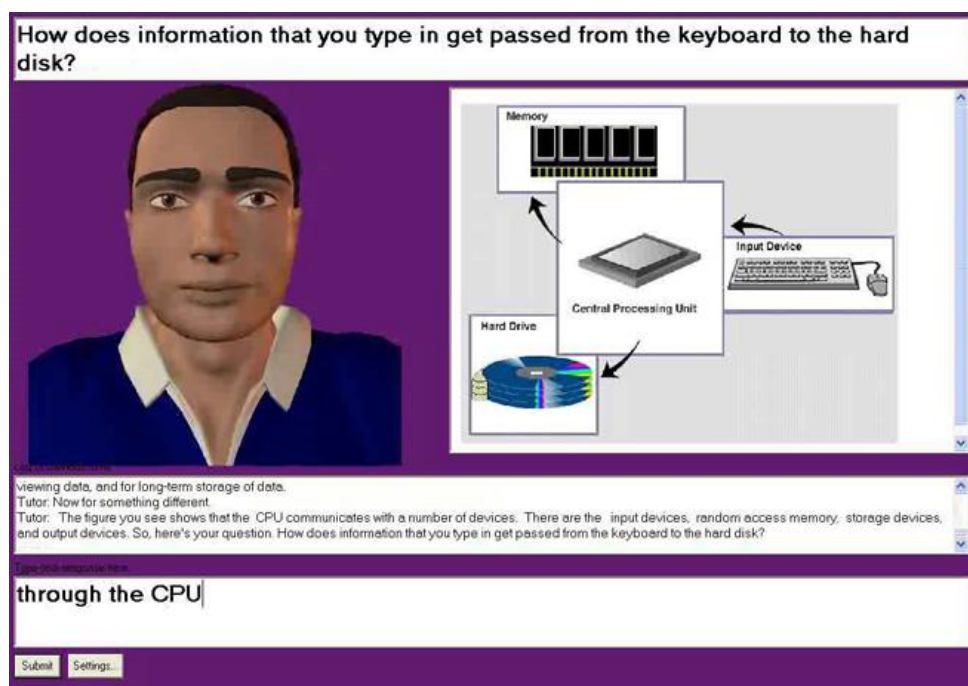
Este trabajo, se centra en la tecnología educativa denominada Agentes Conversacionales Pedagógicos (ACPs). Estos sistemas educativos se pueden definir como sistemas interactivos que permiten a los estudiantes repasar de una forma entretenida y amigable (Johnson et al. 2000).

En el contexto en el que se enmarcan los ACP que van a ser tratados, cobran importancia las áreas de la Interacción Persona Ordenador (IPO), que se relaciona con el “diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado” (Hewett et al. 1992; HTTP13), y de Big Data.

Hoy en día, donde tanto la cantidad de datos como las formas de recolección de los mismos es tan amplia, es importante extraer información útil de ellos, por lo que adquieren especial relevancia los procesos para ello. En este sentido, es importante el término Big Data que según Gartner hace referencia al “alto volumen, alta velocidad y/o amplia variedad de

activos de información que requieren nuevas formas de procesamiento para permitir la toma de decisiones mejorada, el descubrimiento de conocimiento y la optimización de procesos” (Beyer y Laney, 2012).

En la actualidad, existen cientos de agentes distintos (Pérez-Marín y Pascual-Nieto, 2011) aplicados en dominios muy diversos, desde la enseñanza de Sistemas Operativos en la Universidad (Graesser et al. 2001), Ciencias Naturales en Educación Primaria, o competencias como la capacidad de contar cuentos (Ryokai et al. 2003) o empatizar con otras culturas en Educación Primaria (Hays et al. 2009).



**Figura 1.1 Autotutor (Person y Graesser, 2000)**

Los resultados conseguidos en niveles universitarios son prometedores, con mejoras de hasta 0.8 en la puntuación final del examen de los estudiantes que usaron Autotutor (Graesser et al. 2001), según los experimentos realizados por sus creadores. Puede verse una imagen del mismo en Figura 1.1 Autotutor.

En el caso de los niveles inferiores, algunos autores como Schroeder et al. (2013) han reportado en sus estudios resultados como que el efecto de aprender con agentes pedagógicos, aunque no es muy elevado, es estadísticamente significativo en comparación con sistemas que no usan agentes. Además, Schroeder et al. (2013) indican que los agentes pedagógicos proporcionan beneficios en la educación hasta 12 años, especialmente entre los 9 y 12 años. Aunque añaden que los resultados deben interpretarse con cautela debido al bajo número de estudios existentes en estas edades, a lo que añaden que es vital realizar más estudios, especialmente en edades hasta 8 años, y de 14 a 17 años.



Otros autores reportan beneficios como el efecto Persona (Lester et al. 1997), según el cual la mera presencia del agente en el entorno educativo puede tener un efecto positivo en la percepción de la experiencia educativa por parte del estudiante. El efecto Proteo (Yee y Bailenson, 2007), según el cual los estudiantes pueden aprender motivados por conseguir las características de sus agentes y parecerse a ellos. Y el efecto Protégé (Chase et al. 2009) según el cual los estudiantes pueden hacer un esfuerzo mayor para enseñar a su agente que para aprender ellos mismos.

No se encuentra en la literatura una metodología para el diseño, integración, y evaluación de los agentes en el aula, ni su adaptación a diferentes niveles. Cada autor parece proponer su diseño en base a su experiencia, sin existir una base común. En esta tesis, se propone por primera vez el uso de una Metodología basada en el Diseño Centrado en el Usuario (Lorés et al. 2002; HTTP9) para el Diseño, Integración y Evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos llamada MEDIE.

MEDIE consta de varias fases que son comunicación con el equipo docente, validación de la interfaz, funcionalidad, sesiones prácticas y evaluación, para el diseño, integración en el aula y su evaluación usando técnicas de la Interacción Persona Ordenador (IPO) y basadas en Big Data de ACP. Así como adaptaciones entre diferentes niveles educativos, poniendo énfasis en las características de la interfaz y algoritmo en base a una serie de criterios, teniendo en consideración las características de los estudiantes de cada uno de los niveles.

Dicha metodología, se realiza de forma iterativa e incremental, basándose y extendiendo el DCU clásico (Lorés et al. 2002).

Inicialmente docentes de Educación Secundaria manifestaron la falta de esta tecnología educativa en sus aulas. Posteriormente, reportado en niveles inferiores por profesores de Educación Infantil y Primaria. En la revisión de literatura, tampoco se encuentran ejemplos de ACP en Educación Infantil, ni una metodología del proceso de adaptación, que incluya, diseño, evaluación e introducción en el aula de ACPs. Esto guarda relación con lo indicado por Schroeder et al. (2013), a lo que se ha hecho referencia previamente: “pocos estudios existentes a estas edades” y “necesidad de realizar más”.

MEDIE se ha seguido para todo el proceso, resultando en la elaboración de un ACP, Dr. Roland, su integración, uso en las aulas y evaluación en los niveles de Secundaria para el área de Matemáticas, de Primaria para Educación Física, y de Infantil con los temas de animales y Ciencias de la Naturaleza.

Se ha realizado la adaptación de Dr. Roland de Secundaria a los niveles de Primaria e Infantil, teniendo en consideración características, entre ellas la edad de los estudiantes que iban a usarlo en cada uno de los niveles. Añadiendo las adaptaciones realizadas en la interfaz y algoritmo RUANLP (Reading Understanding Agent NLP) que guía el diálogo y la interacción en base a los criterios propuestos en el capítulo tres.

## 1.1 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es proponer una metodología de diseño, integración y evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos (MEDIE) para que cualquier profesor, investigador o educador que quiera usar un agente en su aula cuente con una guía y la posibilidad de llevarlo a cabo. Para ello, se investiga la viabilidad del diseño, integración y evaluación de los agentes en las aulas, y su adaptación entre niveles educativos (Secundaria, Primaria e Infantil). Se propone respecto a la evaluación, usar técnicas de análisis de datos Big Data y técnicas de Interacción Persona-Ordenador.

En relación a las técnicas Big Data, se realizan dos propuestas de análisis aplicados a agentes conversacionales pedagógicos: KDDIAE, aplicación del KDD (Knowledge Discovery in Databases) a los datos de la Interacción entre ACP y Estudiantes, y BIDAIE (uso de Big Data para la obtención de información de Agentes y Estudiantes). Para las técnicas de la IPO, se han evaluado los métodos de inspección (heurística y recorrido cognitivo), de indagación (observación de campo, entrevistas, cuestionarios y registro del uso) y de test (interacción constructiva, método del conductor y medida de las prestaciones).

Para validar la metodología, se propone aplicarla en el desarrollo de un agente conversacional pedagógico junto con el algoritmo que guiará la interacción y el diálogo entre el ACP y los estudiantes.

Además, puesto que no se encuentran en la literatura ejemplos de usos de agentes en Educación Infantil, se propone por primera vez el uso de MEDIE para la conceptualización, diseño, desarrollo e integración de los agentes en el aula de Infantil.

Estos objetivos engloban a su vez subobjetivos para los distintos miembros de la comunidad educativa como se indica a continuación.

### 1.1.1 Profesores

Los principales objetivos para los profesores son:

1. Proporcionar a los profesores la posibilidad de integrar una nueva tecnología educativa interactiva en su proceso de enseñanza.
2. Facilitar la unión entre pedagogía, docencia y tecnología.

### 1.1.2 Estudiantes

Los principales objetivos para los estudiantes son:

1. Facilitar un aprendizaje entretenido, amigable e interactivo gracias al uso de ACP.
2. Evaluar si los estudiantes de Educación Infantil podrán usar un ACP.

### 1.1.3 Informática

Los principales objetivos desde el punto de vista informático son:

1. Proponer una metodología de diseño, integración y evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos (MEDIE) para que cualquier profesor, investigador o educador que quiera usar un agente en su aula cuente con una guía y la posibilidad de llevarlo a cabo.
2. Investigar la viabilidad del diseño, integración y evaluación de los agentes en las aulas, y su adaptación entre niveles educativos (Secundaria, Primaria, Infantil).
3. Proponer el uso combinado de técnicas de la IPO y de Big Data para la evaluación de ACP y estudiantes.
4. Desarrollar un ACP siguiendo MEDIE.
5. Proponer un algoritmo que guíe la interacción y el diálogo entre el estudiante y Dr. Roland.
6. Incorporar y usar por primera vez ACP en Educación Infantil.

## 1.2 Escenario

Con intención de ilustrar los objetivos mencionados, se describe a continuación un ejemplo práctico. Puede verse una representación del escenario que se va a describir en la Figura 1.2. Supongamos que tenemos un grupo de 20 niños de 2 y 3 años de primer ciclo de Educación Infantil, y en la clase de hoy van a aprender sobre animales. Dadas sus características, al ser niños de edades tan tempranas, es difícil mantener su atención durante un tiempo prolongado. Para captar su atención, las profesoras son conocedoras de la importancia de aspectos llamativos que les atraigan, como elementos multimedia o coloridos.



Figura 1.2 Representación del escenario descrito para el aula de Infantil

María, la profesora de la clase, teniendo presente lo anterior, cree que es una buena oportunidad tratar de aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología para intentar que los niños estén más atentos y aprendan sobre animales. Además, con ello los niños podrían ir iniciándose en el mundo de las tecnologías de una manera supervisada y educativa.

María y Vanesa, otra profesora que se encuentra de prácticas con ella, deciden poner su idea en práctica. Para ello, establecen contacto con Cristina, una Ingeniera Informática, que les habla de los Agentes Conversacionales Pedagógicos (ACP), que podrían adaptarse a lo que necesitan. Inicialmente les enseña un agente aplicado a otros niveles, para que puedan conocer qué es un ACP, y les dice, que se podría adaptar para niveles inferiores, teniendo en cuenta las características de los niños, los aspectos que debería cumplir, y además trabajar en el área de los animales. A las profesoras les gusta la idea, por lo que aceptan intentarlo aunque nunca han usado un agente ni ninguna tecnología parecida en clase.

Empiezan varias reuniones entre las profesoras y la informática en la que se realizan intercambios de información en los que las profesoras transmiten las características de los niños, los aspectos que deberían cumplir el agente y el contenido de acuerdo a los conocimientos que los niños deben adquirir. Cristina empieza a desarrollar el agente, a medida que va avanzando, se lo va mostrando a las profesoras para que vayan diciendo si se ajusta a lo que necesitan. Una vez que está terminado, las profesoras lo van a integrar en el aula.

Para ello, deciden empezar con una sesión corta de 30 minutos, a primera hora de la mañana. Los niños se sientan en semicírculo en las colchonetas de cara hacia las profesoras, en una asamblea previa al uso del agente. Las profesoras deciden hablar de lo que habían hecho la semana pasada, una excursión a la granja escuela, usando eso para introducir el tema de los animales, y a la vez saber los conocimientos que los niños tienen.

Las profesoras deciden que es buen momento para presentarles al agente, y de esta manera introducirlo en el aula. Comienzan diciendo a los niños que habían traído a un amigo que sabía mucho acerca de los animales, y que le tenían que cantar para que apareciese. Para ello, empiezan un juego en el que los niños tenían que llamar al agente Dr. Roland cantando canciones de animales.

Las profesoras aprovechan ese momento para iniciar el agente con el tema de los animales, mostrándose una imagen colorida y el paisaje alegre que tiene como interfaz el agente. Esto causa sorpresa en los niños, la mayoría saludan con mucho entusiasmo, y otros permanecen mirando atentos. Con ello se logra captar su atención. Las profesoras dicen que el agente va a hacer preguntas para ver cuánto saben, preguntándoles si querían jugar. Los niños, entusiasmados, responden que sí.

Dr. Roland empieza a hacer preguntas, como los niños todavía no saben leer ni escribir con soltura, se decide usar el agente en la forma de audio. Los niños, apoyados en todo momento por las profesoras van respondiendo y se va avanzando con las preguntas. Para los casos en los que los niños no saben la respuesta, algunos ejercicios tienen ayuda en forma de video o imagen, que se va mostrando cuando la ocasión lo requiere. Los videos también captan la atención de los niños, mostrándose sorprendidos y encantados al verlos.

Finalmente, al terminar de usar el agente, los niños y el agente se despiden hasta la próxima vez. Seguidamente, se vuelve a realizar una asamblea en la que los niños y las profesoras hablan sobre su experiencia e impresiones.

### 1.3 Visión global

La Figura 1.3 ofrece una visión general del enfoque propuesto, el contexto en el que se enmarca este trabajo, y las diferentes disciplinas involucradas, destacando dos áreas principales de investigación: Agentes Conversacionales Pedagógicos e Interacción Persona Ordenador.

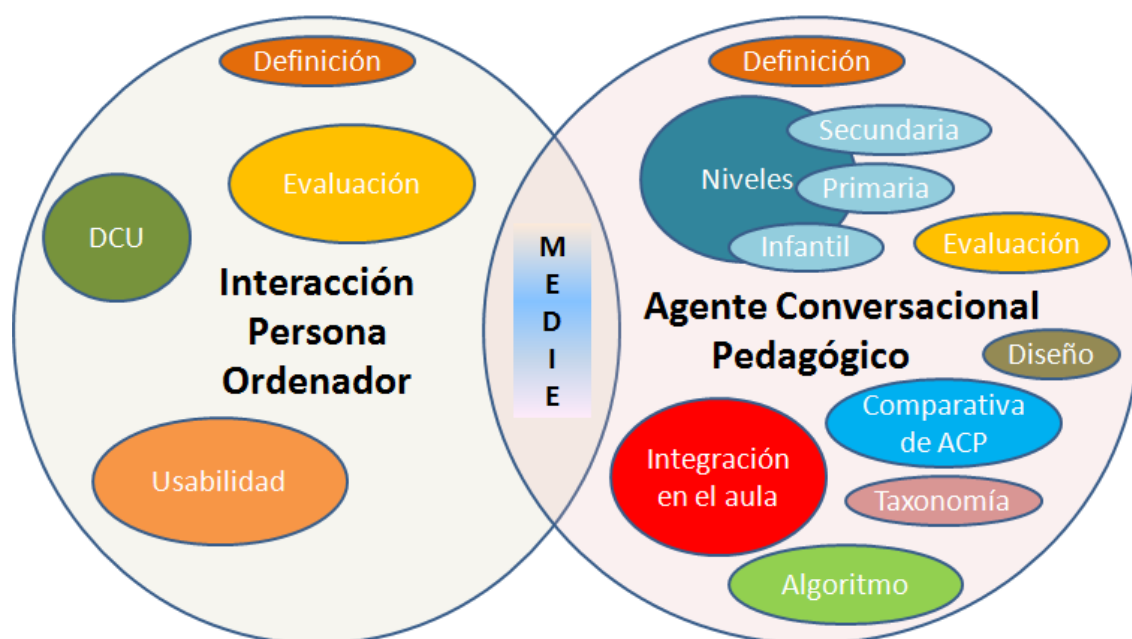


Figura 1.3 Visión global del marco de investigación de este trabajo

**Agentes Conversacionales Pedagógicos** (ACPs, Johnson et al. 2000), que englobaría:

- **Definición** de los **Agentes Conversacionales Pedagógicos**, que se definen como guías, maestros, ayudantes, la personalidad de la máquina o de un programa específico (Domínguez, 2011).
- **Taxonomía**, que abarca diferentes clasificaciones, como la propuesta por Pérez-Marín (2010).
- **Diseño**, recogiendo aspectos a considerar, guías (Veletsianos et al. 2009), etc.
- **Algoritmo**, tratando diferentes aspectos relacionados con la algoritmia, que guía el diálogo, la interacción o el funcionamiento de los agentes según recomendaciones como las propuestas por Kerly et al. (2008, 2009).
- **Integración en el aula**. Existen algunas técnicas y aspectos a considerar en la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el ámbito educativo (Roig-Vila, 2007, 2010) y, concretamente los agentes, y de ellos, los ACP en

las aulas (Kim y Baylor, 2006). No se encuentran metodologías para el diseño, evaluación e integración de los agentes en las aulas. Los niveles de aplicación del agente Dr. Roland son Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Se ha contado con la experiencia de docentes de estos ámbitos durante el proceso, desde la concepción, diseño, desarrollo, integración en el aula y evaluación.

- **Revisión de ACP** que enseñan, analizando aspectos como el rol, metodologías, características en las que se basa el algoritmo, uso que se ha hecho de ellos o la evaluación de resultados.
- **Evaluación**, haciendo uso de técnicas de la IPO (Lorés et al. 2002; HTTP9) y relacionadas con el mundo Big Data.

**Interacción Persona Ordenador** (IPO, Lorés et al. 2002; HTTP9), que englobaría:

- **Definición**, según el grupo SIGCHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction, HTTP22) de ACM: *“Es la disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado”* (Hewett et al. 1992; IPO, 2017). Se ha tenido en cuenta en todo el proceso como una de las áreas más importantes, considerando las características de los estudiantes, ofrecer una interacción con el agente adaptada, así como en el algoritmo que guía el diálogo, los ejercicios, comprensión, la ayuda, y la propia interacción.
- El **DCU** (Lorés et al. 2002), que se define como un proceso de diseño de interfaces que concede especial importancia a los objetivos de usabilidad, características, entornos, tareas y flujo de trabajo del usuario en el diseño de una interfaz (Hassan et al. 2004). La metodología de trabajo que se ha seguido en el proceso, MEDIE, partía del DCU. Se ha seguido en todo momento un proceso iterativo e incremental, y los usuarios (profesores y características de los niños) han estado incorporados durante todo el proceso, tanto en el desarrollo de la propuesta del agente para Secundaria, como para la adaptación e integración en las aulas de Primaria e Infantil.
- **Usabilidad**, que según la ISO/IEC 9126 (HTTP27): *“se refiere a la capacidad de un producto software para ser comprendido, aprendido, usado, atractivo y conforme a las reglamentaciones y guías de la usabilidad.”*
- **Evaluación**, incluyendo objetivos (Dix, 1993) y métodos (Hassan-Montero y Ortega-Santamaría, 2009). Se han evaluado los métodos de inspección (heurística y recorrido cognitivo), de indagación (observación de campo, entrevistas, cuestionarios y registro del uso) y de test (interacción constructiva, método del conductor y medida de las prestaciones).

En las intersecciones de las áreas principales, se encuentra **MEDIE** (**ME**todología para el **D**iseño, **I**ntegración y **E**valuación de Agentes Conversacionales Pedagógicos) que es la propuesta de este trabajo. MEDIE se valida con el desarrollo del ACP Dr. Roland, que se ha integrado en las aulas de Secundaria, Primaria e Infantil, y que ha sido evaluado según técnicas

de la IPO y con las propuestas KDDIAE y BIDAIE de Big Data. También se propone el algoritmo RUANLP que guía la interacción entre el agente Dr. Roland y el estudiante.

## 1.4 Publicaciones

La principal aportación de esta tesis es una metodología para el diseño, integración en el aula y evaluación de los Agentes Conversacionales Pedagógicos (MEDIE). Para validar esta metodología se ha desarrollado el agente Dr. Roland siguiendo MEDIE, que también es una aportación a destacar de este trabajo. El agente se ha integrado en las aulas de Educación Secundaria, Primaria e Infantil, evaluándose tanto la validez de la metodología para diseñar e integrar el agente en varios niveles educativos, como el propio agente como software interactivo para enseñar a niños de tan diversas edades, y el propio algoritmo RUANLP que guía la interacción. Además, siguiendo MEDIE, ha sido evaluado según técnicas de la IPO y con dos propuestas de análisis Big Data.

La difusión de las aportaciones y resultados obtenidos se han materializado en las siguientes publicaciones, ordenadas por fecha de publicación:

1. Silvia Tamayo, Diana Pérez-Marín. 2012. Towards the Development of a Reading Comprehension Conversational Agent for Children applying User-Centered Design Techniques for Teachers and Students. Workshop and Poster Proceedings of UMAP 2012, Volumen 872, CEUR-WS. Disponible on-line: <http://ceur-ws.org/Vol-872/>. Relacionada con el capítulo 4.
2. Silvia Tamayo, Diana Pérez-Marín. 2012. Propuesta de Agente para la Comprensión Lectora. Aplicado a la Resolución de Ejercicios de Matemáticas. Actas del Simposio Internacional en Informática Educativa (SIIE), 251-254. Relacionada con el capítulo 4.
3. Silvia Tamayo, Diana Pérez-Marín. 2012. An Agent Proposal for Reading Understanding. Applied to the Resolution of Maths problems. IEEE Xplore on-line en <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=6384918>. Relacionada con el capítulo 4.
4. Silvia Tamayo Moreno. 2012. Propuesta de Desarrollo Centrado en el Usuario de un Agente Conversacional Pedagógico para la Comprensión Lectora de Ejercicios de Matemáticas a nivel escolar. Máster Universitario en Investigación en Sistemas Hardware y Software Avanzados de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos. Calificación: 9 (Sobresaliente). Este trabajo **fue galardonado con el Premio eMadrid 2013 al mejor** Proyecto de Fin de carrera, Trabajo de Fin de Grado o **Trabajo de Máster**. Otorgado por el Comité Gestor del proyecto eMadrid. Relacionada con el capítulo 4.

5. Silvia Tamayo, Diana Pérez-Marín. 2013. Análisis de la experiencia de uso de un agente de comprensión lectora con niños en edad escolar. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 14(2), 403-429. Disponible: [http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/10237/10670](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/10237/10670). Relacionada con el capítulo 4.
6. Silvia Tamayo, Diana Pérez-Marín. 2014. Diseño y gestión de diálogos educativos en agentes pedagógicos conversacionales para uso escolar. *Aplicaciones multidisciplinares de sistemas de diálogo*. López-Cózar Delgado, Ramón (Ed.), Coca. Relacionada con el capítulo 4.
7. Silvia Tamayo, Diana Pérez-Marín. 2016. Analizando la interacción de estudiantes de educación Infantil y Primaria con un agente conversacional. *Proceedings of Iknasbar-GUIDE 2016, 9th International Conference*. Gorka J. Palazio (ed.), servicio editorial de la Universidad del País Vasco. Relacionada con los capítulos 3 y 4.
8. Silvia Tamayo-Moreno, Diana Pérez-Marín. 2016. Adaptando el diseño y la metodología de uso de un Agente Conversacional Pedagógico de Educación Secundaria a Educación Infantil. *Actas del Simposio Internacional en Informática Educativa (SIIE)*, Francisco José García-Peñalvo; Antonio José Mendes (Eds.), Ediciones Universidad Salamanca, 415-423. Relacionada con los capítulos 3 y 4.
9. Silvia Tamayo-Moreno, Diana Pérez-Marín. 2016. Adapting the design and the use methodology of a Pedagogical Conversational Agent of Secondary Education to Childhood Education. Indexado por IEEE Xplore Library on-line en: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=7736610>. Relacionada con los capítulos 3 y 4.
10. Silvia Tamayo-Moreno, Diana Pérez-Marín. 2016. Diseño e Integración en el Aula de Primaria de Agentes Pedagógicos Conversacionales. *Actas de las Jornadas de Innovación y TIC Educativa (JITICE)*. In press. Relacionada con los capítulos 3 y 4.
11. Silvia Tamayo-Moreno, Diana Pérez-Marín. 2017. Designing and Evaluating Pedagogic Conversational Agents to Teach Children. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. Vol 11, no 3, 488-493 (Disponible on-line en <https://waset.org/Publications?q=Designing+and+Evaluating+Pedagogic+Conversational+Agents&search=Search>, más de 100 descargas). Publicación presentada en la 19<sup>th</sup> International Conference on e-Education and e-Learning (ICEEEL 2017) organizada por la World Academy Of Science, Engineering and Technology (WASET) y **premiado con el Best Paper Award de la Conferencia** Relacionada con el capítulo 3.



## 1.5 Organización

Este trabajo está organizado en cuatro partes principales que son revisión del estado del arte, propuesta realizada en este trabajo, experiencia, y conclusiones y trabajo futuro.

- En el capítulo dos se aborda la revisión del estado del arte, en el que se realiza una revisión de la literatura de las áreas implicadas en el marco de la investigación.
  - Agentes conversacionales pedagógicos, incluyendo definición, taxonomía, metodología de diseño, algoritmo de funcionamiento, revisión de agentes conversacionales pedagógicos y evaluación.
  - Interacción Persona Ordenador (IPO), incluyendo una definición de la misma, el Diseño Centrado en Usuario (DCU), la usabilidad y evaluación.
- En el capítulo tres se realiza la propuesta de la metodología MEDIE.
- En el capítulo cuatro se hace referencia a toda la parte experimental de la investigación. El objetivo es la validación de MEDIE mediante el diseño, evaluación e integración en las aulas de Secundaria, Primaria e Infantil del agente Dr. Roland que se propone también en este trabajo y el algoritmo RUANLP que guía la interacción, siendo la primera vez que un agente de estas características se utiliza para niños de edades tan tempranas como 2-3 años. Además, se realiza la evaluación siguiendo técnicas de la IPO y con las propuestas realizadas relacionadas con el mundo Big Data, KDDIAE y BIDAÉ. Finalmente, se hace alusión a la adaptación realizada entre los niveles a los que se ha hecho mención, tomando como base lo expuesto en el capítulo tres.
- En el capítulo cinco, se aportan las conclusiones obtenidas de esta investigación, así como el trabajo futuro.



## Capítulo 2 Estado del arte

En este capítulo se realiza una revisión del estado del arte de las áreas que abarca esta tesis incluyendo los Agentes Conversacionales Pedagógicos y la Interacción Persona Ordenador.

### 2.1 Agentes Conversacionales Pedagógicos

En este apartado se va a realizar una revisión de la literatura de los agentes conversacionales pedagógicos.

#### 2.1.1 Definición

Los agentes conversacionales se definen como guías, maestros, ayudantes, la personalidad de la máquina o de un programa específico (Domínguez, 2011). En interfaces conversacionales, el uso que se le da es la búsqueda de una interacción más personalizada entre la máquina y el usuario. Algunas de las características de los agentes son (Mas, 2005):

- **Autonomía**, deben ser capaces de responder acorde a los conocimientos que les permitan conseguir el objetivo planteado.
- **Proactividad**, tomando la iniciativa mediante sugerencias o acciones que les permitan alcanzar su objetivo.
- **Sociabilidad**, puesto que deben ser comunicativos y cooperativos.
- Tienen que tener una **personalidad**, un comportamiento acorde al objetivo que persiguen.
- **Reactividad**, ya que el contexto en el que operan es percibido por ellos, y reaccionan en consecuencia.
- **Persistencia**, ejecutándose el código continuamente y decidiendo en qué momento debería realizar alguna acción.

Los agentes animados o conversacionales son entidades que se pueden representar con personas, animales, cosas que pueden hablar con sonido o texto (Troncoso, 2005; Mitkov, 2005; Tatar et al. 2013; Clark et al. 2013). Los agentes son un apoyo para una amplia gama de aplicaciones en empresas comerciales, salud, entrenamiento, educación (Kuz y Falco, 2015).

Debido a la importancia que está adquiriendo la tecnología en la educación, la posibilidad de integrar agentes en entornos de aprendizaje también está aumentando y ganando en importancia (Veletsianos et al. 2009; HTTP31). En este sentido, son importantes los Agentes Conversacionales Pedagógicos (ACP), que se pueden definir como sistemas interactivos que permiten a los estudiantes repasar de una forma entretenida y amigable (Johnson et al. 2000). Puede verse un ejemplo del ACP Autotutor en la Figura 1.1.

A medida que aumenta el uso de los Agentes Conversacionales Pedagógicos (ACP), se hace especialmente relevante la comprensión de cómo diseñar estos personajes para la

enseñanza y el aprendizaje, fomentando la interacción entre humanos y agentes, algo que supone un desafío y que hasta el momento no se ha alcanzado completamente (Van Vuuren, 2007; HTTP31). Sirva como ejemplo alguno de los problemas, aún no resueltos, que conlleva la interacción con agentes o la incompreensión del diálogo. Esto genera sentimientos negativos en el estudiante, dificulta la comunicación e interacción y, en último lugar, la consecución de las tareas de aprendizaje (Veletsianos et al. 2009). En ello radica la importancia del diseño, así como de todos los avances que se pueda alcanzar en ese sentido, tanto en la estandarización como el establecimiento de metodologías de diseño.

## 2.1.2 Taxonomía

Los agentes pedagógicos se usan en los entornos de aprendizaje con diferentes objetivos como aprender y motivar (Khosrow-Pour, 2008). Los agentes pedagógicos, en función de su experiencia pedagógica o conocimiento especializado pueden clasificarse como (Khosrow-Pour, 2008):

- **Colaborativos:** fomentan la colaboración entre estudiantes durante las actividades de aprendizaje.
- **Empáticos, emocionales o emotivos:** son capaces de percibir las emociones de los estudiantes, y expresarse emocionalmente.
- **De juegos serios:** aprendizaje basado en juegos serios. Se les conoce también como agentes que no juegan.
- **Conversacionales:** cuyo objetivo es involucrar a los estudiantes a través de una conversación que puede ser verbal (usando texto en lenguaje natural) o no verbal, usando gestos.
- **De aprendizaje individual:** sistemas de aprendizaje de un solo usuario.

Además, de acuerdo con sus tareas, los agentes pedagógicos pueden clasificarse como: Tutores (Graesser et al. 2001; Solomos y Avouris, 1999), de Asistencia (Giraffa y Viccari, 1999), Motivadores, Compañeros de aprendizaje (Ur y VanLehn, 1995; Chou et al. 2003; Kim et al. 2007), Mentores, Entrenadores, Colaboradores (Dillenbourg y Self, 1992), Competidores (Chan y Baskin, 1990), Trouble Makers (Aimeur y Frasson, 1996).

Nanne (2015) hace una recopilación de los principales criterios de categorización de los agentes pedagógicos. Dichos criterios son: el carácter del agente, el tipo de entorno en que está integrado el agente (los principales son entornos de aprendizaje virtual y sistemas tutores inteligentes), el papel educativo que el agente desempeña en este entorno (diferentes estudios de investigación se centran en los roles, así Ryu y Baylor (2005) y Baylor y Ebbers (2003) los clasifican en experto mentor y motivador o Smith et al. (1999) en Facilitador, mentor y asesor), los componentes no verbales que tiene el agente (mirada, gesto, expresiones faciales, emociones), la multiplicidad de agentes en una aplicación (sistemas con un único agente educativo o con múltiples), la gestión del aprendizaje colaborativo, áreas de aplicación y condiciones en la entrada que tenga en cuenta el agente pedagógico.

De entre todos ellos, aquellos que son objeto de estudio de este trabajo son los agentes conversacionales pedagógicos, que son sistemas interactivos que permiten a los estudiantes repasar de una forma entretenida y amigable (Johnson et al. 2000).

El abanico de agentes conversacionales es muy amplio, de ellos, existen diversos tipos, resultando interesantes los ECA's (Embodied Conversational Agents) o Agentes Conversacionales Corpóreos o Animados. Estos son interfaces gráficas con la capacidad de utilizar modos de comunicación verbal y no verbal para interactuar con usuarios en ambientes virtuales (Cassell, 2001).

Los agentes pueden tener diferentes representaciones para poder reconocer y responder a las entradas verbales y no verbales por parte del usuario, generar salidas verbales y no verbales, llevar a cabo funciones conversacionales, señales para indicar el estado de la conversación, o contribuir con nuevas proposiciones. De esta manera, en función de ello, en ocasiones son un rostro parlante animado, pueden mostrar expresiones faciales simples, usar síntesis de voz con sincronización labial, e incluso tener sofisticadas representaciones gráficas en 3D con movimientos corporales y expresiones faciales complejas (Cassell et al. 2000; Morales-Rodríguez y Domínguez-Martínez, 2011).

Se han encontrado taxonomías de otro tipo de agentes que están fuera del ámbito de este trabajo como son: en función de su experiencia pedagógica (Khosrow-Pour, 2008), de acuerdo con sus tareas (Graesser et al. 2001; Solomos y Avouris, 1999; Giraffa y Viccari, 1999; Ur y VanLehn, 1995; Chou et al. 2003; Kim et al. 2007; Dillenbourg y Self, 1992; Chan y Baskin, 1990; Aïmeur y Frasson, 1996), en función de la respuesta proporcionada por el agente al estudiante, el flujo de información y la consideración al usuario en la conversación (Baylor, 2002; Clark et al. 2013). En el caso de agentes conversacionales pedagógicos, se encuentra la siguiente taxonomía basada en 10 criterios (Pérez-Marín, 2010):

1. Rol y actitud
  - a. Profesor de contenidos/competencias
    - i. Autoritario
    - ii. Tutor experto/Facilitador/Mentor/Coacher.
  - b. Estudiante (Teachable Agents) de contenidos/competencias
    - i. Individual ("Learning by Teaching")
    - ii. Con otro tutor
  - c. Acompañante (Pedagogic Agent as Learner Companion PALs)
    - i. Compañero igual
    - ii. Asistente emocional
    - iii. Troublemaker, crítico o colaborativo.
2. Capacidad de interacción
  - a. El agente inicia la conversación.
  - b. El estudiante inicia la conversación.
  - c. El agente o el estudiante pueden iniciar la conversación (mixto).
3. Tipo de animación (multimodalidad)

- a. Inexistente
  - b. Sólo gráfica
  - c. Gráfica + sonidos
  - d. Gráfica 3D + sonidos
  - e. Inmersión en un entorno de realidad virtual
4. Posibilidades afectivas
    - a. Sin posibilidades
    - b. Soporte emocional
    - c. Empatía
  5. Personaje virtual
    - a. Con forma humana sin animación
    - b. Con forma humana con animación
    - c. Sin forma humana
  6. Posibilidades de adaptación-evolución
    - a. Sin posibilidades
    - b. Posibilidades de adaptación
    - c. Posibilidades de evolución
    - d. Posibilidades de adaptación y evolución
  7. Ubicuidad
    - a. Sólo ordenador en clase (b-learning)
    - b. Sólo ordenador fuera de clase (e-b/learning)
    - c. Versiones para ordenador / PDA / smartphone (e-b/learning)
  8. Dominio
    - a. General
    - b. Específico
  9. Idioma
    - a. Europeo
    - b. No europeo
  10. Edad del estudiante
    - a. Niños
    - b. Adultos
    - c. Niños y adultos

### 2.1.3 Metodología de diseño

En la literatura, se encuentran propuestas de aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar Agentes Conversacionales Pedagógicos. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Gulz y Haake (2006a, b, c) indican que hay que considerar aspectos estético-visuales a la hora de realizar el diseño de los agentes pedagógicos.
- Mayer et al. (2006) y Johnson et al. (2003) se centran en los aspectos socialmente sensibles, enfatizando la expresividad, cortesía y empatía del agente.

- Dehn y Van Mulken (2000) indican que en el diseño hay que tener en cuenta qué tipo de agente animado se utiliza y qué aspectos de las actitudes o desempeño del usuario influyen en un determinado dominio.

Hay autores que consideran que es posible reutilizar aquello que ya se ha diseñado, y aplicado a la práctica con éxito, especialmente la experiencia obtenida en ello, pero que es complicado establecer directrices más generales puesto que dependerán del contexto y los objetivos de aprendizaje y grupos de alumnos (Haake, 2009). Sin embargo, la necesidad de guías de diseño demandadas por los investigadores y diseñadores, promueven el trabajo de otros autores como Veletsianos et al. (2009), que aunque no llegan a proponer una metodología completa de diseño, proponen guías de diseño basadas en investigaciones previas en comunicación humana-humana (Johnson y Johnson, 2006), interacciones entre el agente y el alumno (Haake y Gulz, 2009) y recomendaciones de docentes y su trabajo previo (Veletsianos y Miller, 2008).

En Veletsianos et al. (2009) proponen el framework/marco EnALI (Enhancing Agent Learner Interactions) que consiste en guías/directrices prácticas para el diseño efectivo de agentes pedagógicos basadas en la investigación y alineadas con las prácticas de diseño. De esta manera, considera la visión de diseño que se añade a cuestiones sociales, conversacionales y pedagógicas y supone un marco para teóricos, investigadores y diseñadores.

Estas directrices se centran en mejorar la interacción entre el usuario y el agente, el mensaje y características del agente. Éstas no tienen porqué ser excluyentes, sino que pueden estar relacionadas entre sí, trabajando conjuntamente y retroalimentándose. Han sido divididas en tres focos de diseño:

- La **interacción del usuario**, se refiere a las formas en que el agente y el estudiante actúan y trabajan juntos, cooperan y se relacionan entre sí.
- **Mensaje** se refiere al diseño de comentarios, retroalimentación e información que el agente envía al alumno.
- **Características** del agente, se centra en las variables que definen inherentemente el agente.

En la Tabla 2.1 se presentan las guías de EnAli, puede encontrarse una explicación detallada en Veletsianos et al. (2009).

Continuando con las guías de diseño de enALI, merece la pena hacer mención al trabajo de (Sjödén et al. 2011) que desarrolla un juego educativo en Matemáticas para niños de 12 a 14 años, agregando habilidades sociales y conversacionales a un agente pedagógico existente, buscando afectar a los diseños cognitivos, emocionales y sociales conocidos para promover el aprendizaje, como la auto eficacia y el compromiso, así como mejorar las experiencias de los estudiantes de interactuar con el agente durante un período prolongado de tiempo. De esta manera, partiendo del marco EnALI, que establece directrices, discuten desafíos de diseño específicos y ponen ejemplos acerca de consideraciones de investigación en cuanto al desarrollo de la representación visual y el módulo conversacional del agente.

Además, destacan que los progresos que apuntan a ser prometedores, se centran en pronunciar los rasgos de personalidad del agente y ampliar su base de datos de conocimiento, particularmente su rango de conocimientos.

**Tabla 2.1 Agent Learner Interactions (EnALI) Veletsianos et al. (2009)**

<b>Categoría</b>	<b>Guías</b>
<b>Interacción del usuario</b>	<p>Los agentes deben ser atentos y sensibles a las necesidades y deseos del alumno:</p> <p>Ser receptivo y reactivo a las solicitudes de información adicional y / o ampliada.</p> <p>Ser redundante.</p> <p>Solicitar retroalimentación formativa y sumativa.</p> <p>Mantener un equilibrio adecuado entre comunicaciones dentro y fuera de la tarea.</p>
<b>Mensaje</b>	<p>Los agentes deben considerar las complejidades del mensaje:</p> <p>Hacer que el mensaje sea apropiado para las habilidades, experiencias y marco de referencia del receptor.</p> <p>Uso de mensajes congruentes verbales y no verbales.</p> <p>Poseer claramente el mensaje.</p> <p>Hacer mensajes completos y específicos.</p> <p>Uso de comentarios descriptivos y no evaluativos.</p> <p>Describir los sentimientos por nombre, acción o figura del habla.</p>
<b>Características del agente</b>	<p>Los agentes deben mostrar un comportamiento, una postura y una representación socialmente apropiado:</p> <p>Estableciendo credibilidad y confiabilidad.</p> <p>Estableciendo el rol y relación con el usuario / tarea.</p> <p>Ser educado y positivo.</p> <p>Ser expresivo.</p> <p>Usar una representación visual adecuada al contenido.</p>

Así como el trabajo de Gulz y Haake (2006a, b, c) cuyos estudios evidencian que el rol de un agente pedagógico virtual está relacionado con el diseño visual, pudiendo extraerse la directriz de que si se quiere crear un agente pedagógico no autoritario, es aconsejable diseñarlo como un personaje estilizado.



Además, merece la pena destacar la investigación llevada a cabo por Rivera y Mosquera (2015), que sigue el llamado “desarrollo experimental” cuyo objetivo es aprovechar los conocimientos adquiridos en la investigación y aplicarlo de forma práctica. La aplicación del “desarrollo experimental” requiere ser guiada por una metodología de desarrollo de software. Rivera y Mosquera (2015) emplean el Proceso Unificado de Rational (o Rational Unified Process RUP), para el análisis, diseño y construcción de los elementos software base del prototipo. RUP es un proceso de desarrollo de software, que fue propuesto por la empresa Rational Software (HTTP1; HTTP2; HTTP3), actualmente es propiedad de IBM.

Mientras que para desarrollo del agente software emplean dos tipos de metodologías, una para el análisis y diseño que es GAIA, y otra para la implementación, que es Ingenias. En la primera, el análisis y el diseño se basan en modelos de roles, interacciones y agentes conocidos, y permite el diseño de sistemas que se basan en agentes que tienen como objetivo la obtención de un sistema que maximice alguna medida de calidad global. En la segunda, se define un conjunto de meta modelos con los que hay que describir el sistema por medio del lenguaje GOPRR.

Concretamente, Rivera y Mosquera (2015) en su trabajo desarrollan una aplicación para la enseñanza y el aprendizaje de Algoritmia Básica, que proporciona un conjunto de agentes pedagógicos virtuales, que permite el acompañamiento y la retroalimentación del desempeño del estudiante durante el trabajo en el entorno. Todo ello, empleando una metodología que combina dos perspectivas, una para el desarrollo de software educativo y otra para el diseño de sistemas multiagentes (éstos se basan en procedimientos de investigación-acción participativa para definir necesidades educativas y la puesta en uso de la aplicación tecnológica en el ámbito educativo correspondiente).

Para el desarrollo de un agente conversacional, las recomendaciones principales a considerar, recopiladas en la literatura del campo son (Kerly et al. 2008, 2009):

- El alcance del agente conversacional tiene importantes implicaciones en el diseño del sistema, ya que depende del rol que va a desempeñar el agente y del nivel de experiencia. Hay que definir quién controla la dirección de la conversación y quién lleva la iniciativa en el flujo. Así como delimitar el nivel de libertad que tendrán los usuarios y que hay que prevenir.
- Se tienen que marcar pautas del procedimiento de los usuarios a través del sistema, marcarles un objetivo, o permitirles navegar por todas las posibilidades que ofrezca el sistema.
- Definir pautas a seguir cuando el usuario inserta preguntas o frases inesperadas. Así como conceptos que estén expresados de una forma diferente pero con el mismo significado, lo que debe ser considerado por los desarrolladores.
- Realización de análisis de la estructura de los diálogos humano-humano, para obtener información y desarrollar sistemas que puedan interactuar con las personas en un diálogo.

- Realizar análisis de documentos relacionados con la finalidad de obtener información sobre el contexto, que influye en la interpretación del significado (Cuadra et al. 2009). El contexto se tiene que entender como situación puesto que puede incluir cualquier aspecto extralingüístico.

#### 2.1.4 Algoritmo de funcionamiento

En este apartado se va a hacer referencia a algoritmos que guían el diálogo, haciendo alusión a algunos aspectos del propio diálogo.

Los ACP abarcan muchas disciplinas, el instructivo (Baylor, 2002), Interacción Persona Ordenador (Gulz y Haake, 2006a, b, c), Ingeniería (Paiva y Machado, 2002), y Comunicación (Yee et al. 2007).

Los investigadores han destacado los beneficios que los agentes pedagógicos pueden aportar a los contextos de aprendizaje (Baylor, 2002; Payr, 2003). Como puede ser el modelado de comportamientos y actuación como modelos (Rosenberg-Kima et al. 2008), demostrar tareas complejas (Johnson et al. 2000), personalizar la experiencia de aprendizaje (Gulz, 2004) y motivar al alumno (Johnson et al. 2000).

Los ACP se enfrentan a una serie de dificultades en el establecimiento del diálogo con los estudiantes o aspectos que lo dificultan. Norman (2007) hace referencia a la dificultad para establecer un entendimiento compartido y común con el agente, por lo que desarrollarlo con máquinas se hace realmente complejo. Por ello, menciona que son importantes los conocimientos y experiencias compartidas para tener un diálogo exitoso.

Entre los aspectos que suponen dificultades, se encuentra el hecho de que los estudiantes permanecen inmersos en la tecnología, perdiendo la referencia de la tarea, y, por lo tanto, de la experiencia de aprendizaje que suele ser uno de los objetivos a conseguir. La representación del agente pedagógico puede atraer al alumno en la conversación (Veletsianos et al. 2008). Otro aspecto es el antropomorfismo, puesto que los usuarios esperan que los agentes respondan de una manera humana, con cierta naturalidad o inteligencia (Norman, 2007), y al no obtener la respuesta que se desea, el estudiante se decepciona.

Añadir que la interacción entre los estudiantes y los agentes pedagógicos parece estar mediada por cuestiones de género, poder y autoridad, donde los agentes suelen ser objeto de mal uso (DeAngeli y Brahnham, 2006). Como resultado de ello, han surgido una serie de temas con respecto a las razones por las cuales los seres humanos pueden utilizar mal los agentes, incluyendo la percepción del anonimato, de que éstos son inferiores a los humanos y la experimentación del usuario.

El lenguaje en sí mismo, es otro de los aspectos que conlleva dificultad. La comprensión del lenguaje conlleva conocer, captar el significado de algo, el entendimiento, concepción, penetrar, diferenciar, descifrar. En definitiva, aceptar un hecho, un suceso, cosa o fenómeno como cierto teniendo certeza de ello, de su significado sin existencia de dudas. Esto abarca en el análisis lingüístico el área más importante y compleja. Hace referencia a cómo

puede saberse si un texto es comprendido por un ordenador. Para que lo sea, se tiene que transformar en una determinada representación formal, que puede ser una red de conceptos, un conjunto de predicados lógicos, etc. Dicha representación se puede utilizar para responder preguntas u otras tareas lingüísticas. Aunque los científicos trabajan en la lingüística computacional realizando grandes esfuerzos, aún queda mucho por hacer en el área de la comprensión (Mitkov, 2005; Tatar et al. 2013; Clark et al. 2013).

En relación a los sistemas de diálogo hombre-máquina, necesitan un modelo que guíe la gestión del diálogo (Zapata y Mesa, 2009), integre la información que se obtenga en una base de conocimiento, y realice las inferencias y acciones que se necesiten para que pueda tener lugar el diálogo de una forma satisfactoria. A lo que se añade la integración de técnicas de tratamiento del habla y procesamiento del lenguaje natural, ya que también, los sistemas de diálogo interaccionan oralmente con los usuarios. Así como otros aspectos que intervienen.

Los agentes para poder interactuar con los estudiantes necesitan seguir algún algoritmo interno. Existen diversas técnicas para el funcionamiento de agentes conversacionales, y las categorías principales en las que se clasifica son: aquellas que se basan en el emparejamiento de palabras y frases, y las técnicas estadísticas (Kerly et al. 2008; Kerly et al. 2009). Las primeras, obtienen las frases de la entrada del usuario, y las emparejan con palabras y frases específicas para categorizar las respuestas del usuario. Mientras que las segundas, tienen que ver con el análisis de la frecuencia y asociaciones de palabras según aparezcan en los textos.

Además, con el objetivo de mejorar la forma de generar diálogos, se trabaja también en el desarrollo de técnicas para el marcado de diálogos, con un posterior análisis de la conversación. En la creación de marcas que caracterizan la información para la comprensión del diálogo, hay que tener en cuenta diferentes aspectos que intervienen en la conversación. Habrá que analizar los propósitos de los participantes así como las expresiones que se necesiten para cambiar el conjunto de creencias y conocimientos compartidos entre los interlocutores. Además, se tiene que considerar el espacio común de la actividad cooperativa, donde se tiene conocimiento mutuo sobre las metas, creencias y suposiciones.

Existen trabajos que tienen relación con modelos computacionales de diálogo. Sistemas que interaccionan con los usuarios como si se tratase de uno más de la conversación. Generalmente, dichos sistemas están basados en el análisis sistemático del cuerpo del diálogo.

Los modelos se pueden realizar atendiendo al nivel de estructura superficial o profunda del discurso. En relación al primero, son varios los ejemplos existentes, como DAMSL (HTTP16), centrado en la delimitación de los diferentes actos del habla y su trabajo en el desarrollo del diálogo, que posteriormente fue adaptado por otros modelos como SWBDDAMSL (HTTP17).

## 2.1.5 Revisión de agentes

En este apartado se hace referencia a una serie de agentes relacionados con el ámbito de estudio de este trabajo. Concretamente, de la gran cantidad existente en la literatura (Pérez-Marín y Pascual-Nieto, 2011) aplicados en dominios muy diversos, se han seleccionado agentes que enseñan. Especificando este criterio seguido, con la selección realizada se ha tratado de cubrir diferentes niveles educativos y roles (profesores que enseñan, estudiantes que aprenden o compañeros que proporcionan soporte afectivo). El resto de agentes quedan fuera del ámbito estudio de este trabajo.

Para cada uno de ellos, se ha intentado describir cómo son, el rol que tienen, así como abarcar el estudio de la metodología empleada (entendiendo metodología para su diseño, integración en el aula y evaluación), características en las que se basa el algoritmo, el uso e integración en el aula (destacar que la gran mayoría son de casos que hacen alusión a experimentos realizados, puesto que no se describe un uso continuado en las aulas). Y la evaluación de resultados, entendida como el análisis de resultados obtenidos tras el uso del agente, no obstante mencionar que la información proporcionada, corresponde principalmente a experimentos realizados, ya que es la información que se describe.

Los agentes se presentan agrupados por rol y ordenados alfabéticamente.

### 2.1.5.1 Agentes con rol de profesor

#### Autotutor

Es un sistema de tutoría inteligente (HTTP4) que hace uso de un agente conversacional animado con expresiones faciales, habla sintetizada y gestos. Se basa en teorías constructivistas, teniendo iniciativa mixta de diálogo y animación 3D (Graesser et al. 2001), siendo un referente desde los años 90 (Person y Graesser, 2000). Ha sido desarrollado por investigadores del Instituto para Sistemas Inteligentes de la Universidad de Memphis. Puede verse una imagen de Autotutor en la Figura 1.1.

**Metodología.** No se describe. No obstante, sirva destacar que fueron diseñados por un equipo interdisciplinario de la investigación que abarca la informática, la ingeniería, la psicología, la ciencia cognitiva, la lingüística, la física, y la educación (D'mello y Graesser, 2012).

**Características en las que se basa el Algoritmo.** La arquitectura de Autotutor se compone de cinco módulos principales: un agente animado, una secuencia de comandos del currículum, analizadores de lenguaje, análisis semántico latente (LSA) y un generador de movimiento de diálogo que se centra en el diálogo en lenguaje natural. Autotutor utiliza algoritmos de lingüística computacional incluyendo correspondencia de expresiones regulares y clasificadoras de actos de habla (Graesser et al. 2007). El diálogo del Autotutor se adapta al nivel del conocimiento del usuario, incluida la conversación, reaccionando de forma pedagógicamente adecuada. Fueron diseñados para modelar estilos pedagógicos, patrones de diálogo, lenguaje y los gestos de tutores humano.

**Uso-Integración.** Autotutor ha demostrado ganancias de aprendizaje, en más de una docena de experimentos con estudiantes universitarios para los temas de introducción a los conocimientos informáticos y la física newtoniana. Ha sido probado en más de mil estudiantes y produce ganancias de aprendizaje (VanLehn et al. 2007). Ha contribuido a la ciencia de cómo la gente aprende, así como a soluciones de ingeniería para aumentar el aprendizaje (D'mello y Graesser, 2012).

**Evaluación de resultados.** Destaca que supone una mejora en los resultados finales de los exámenes de quienes lo utilizan para repasar. Según sus creadores es capaz de aumentar hasta 0.8 puntos en el resultado final de los exámenes (D'mello y Graesser, 2012).

Se han hecho estudios contrastando la efectividad de mostrar el diálogo únicamente, sin y con la presencia del agente, comprobándose que cuando el agente está presente los resultados son mejores, lo que se conoce como efecto persona. Algunos estudios indican que parte de su eficacia puede deberse al contenido del diálogo que va siendo presentado.

### Laura

Laura es un agente Web inteligente pedagógico animado, que se ha empleado para alumnos de un curso de aprendizaje de lengua española (Theodoridou y Yerasimou, 2008), puede verse una imagen de Laura en la Figura 2.1.



**Figura 2.1 Interfaz del agente Laura (Theodoridou y Yerasimou, 2008)**

**Metodología.** No se describe. Sin embargo, se reporta la metodología de investigación que siguieron, describiendo el diseño de la investigación que se empleó para responder a las preguntas que se habían planteado como punto de partida, los instrumentos utilizados y se presentan los procedimientos de recopilación de datos y cómo se analizan los mismos (Theodoridou, 2009). No se describe la metodología para el diseño de AC, integración del agente en el aula y evaluación.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** Fue diseñado para hacer conversaciones con estudiantes mediante texto y diálogos, para proporcionar una herramienta

que sirva para aprender nuevo vocabulario y practicar aspectos de conversación en español. Además, cuenta con imágenes animadas de lo que representa y voz para pronunciar palabras.

**Uso-Integración.** En cuanto a la experimentación, ha sido probada en EEUU en un estudio de investigación universitario. Consistiendo el experimento en un grupo de 23 alumnos que lo utilizaban solo con voz, y otro grupo de 24 alumnos, que lo empleaban con la imagen animada y la voz. También incluía un chat mediante el que los estudiantes pueden practicar vocabulario y enlazarlo en conversaciones con el agente.

El estudio tenía como objetivo investigar los efectos de un agente pedagógico animado sobre el aprendizaje del vocabulario español. Así como, analizar las reacciones y actitudes de los alumnos en relación a la presencia del agente pedagógico en un entorno web, y la forma en que los alumnos utilizaron el componente conversacional del agente pedagógico en su proceso de aprendizaje (Theodoridou, 2009). Tanto el grupo control como el grupo experimental usaron un entorno basado en la web que presentaba un nuevo vocabulario (en audio y texto), junto con actividades para practicar el vocabulario en contexto. La diferencia entre los dos grupos fue que el agente Laura estaba presente en el entorno utilizado por el grupo experimental.

**Evaluación de resultados.** De las conclusiones del estudio un 87,5% en el primer grupo y un 87% en el segundo, indicaron que les había resultado de ayuda en la mejora de sus capacidades de conversar en español.

Destaca su naturaleza interactiva (76,6%) como aspecto más positivo, y como aspecto negativo la distracción ocasional con elementos multimedia (12%).

Los datos se analizaron mediante métodos cuantitativos, obtenidos de un cuestionario de información demográfica, un pre-test de vocabulario y dos postests de vocabulario, así como de escalas de actitudes completadas antes y después de la exposición al agente. Y cualitativos, obtenidos de un cuestionario de aprendizaje completado por todos los alumnos al final de las sesiones de aprendizaje, y de los guiones de las sesiones de chat entre los alumnos del grupo experimental y el agente pedagógico. El análisis de los datos cuantitativos no mostró diferencias significativas entre los grupos control y experimental con respecto a los resultados del aprendizaje del vocabulario y los resultados afectivos. El análisis de los datos cualitativos reveló las preferencias de los estudiantes en relación a características incorporadas en los entornos de aprendizaje de idiomas basados en la web. Además, exploró cómo los estudiantes utilizaron el aspecto conversacional del agente pedagógico y del tipo de información que la base de conocimientos del agente debe incluir para que este sea una herramienta beneficiosa para el progreso de los alumnos (Theodoridou, 2009).

### Willow

Se trata de un sistema de evaluación automática y adaptativa de respuestas en formato de texto libre (Pérez-Marín, 2010; Nieto, 2009), pudiendo escribirse en inglés o español, y siendo contrastadas con referencias insertadas por diferentes profesores. Complementa el trabajo de los profesores y permite un aprendizaje híbrido, donde el profesor enseña contenidos a los

alumnos en clase, y el agente ayuda a repasarlos después. Puede verse una imagen de Willow en la Figura 2.2.

**Metodología.** No se describe.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** El avatar que representa al sistema y al estudiante puede personalizarse según las preferencias. Además, cuando procesa respuestas, muestra retroalimentación inmediata, informa al estudiante del resultado de la respuesta, y muestra las respuestas correctas del profesor (Pérez-Marín, 2010).

**Uso-Integración.** Este agente, desde 2005, se ha probado con alumnos de diferentes ámbitos, tanto de Ingeniería informática, como de Telecomunicaciones y de Filología inglesa (Pérez-Marín, 2010).

Se realizó un experimento en el que se usó en un curso con 173 estudiantes con un perfil técnico y con 45 estudiantes con un nivel no técnico, y en el curso siguiente, se usó con 45 estudiantes de perfil no técnico.

**Evaluación de resultados.** Los resultados muestran respuestas positivas ante la consulta de la utilidad para el repaso, y siendo usado por los estudiantes de forma regular en el tiempo (Pérez-Marín, 2010). Todos los estudiantes pudieron emplear las funciones de Willow. De la información que pudo obtenerse por medio de cuestionarios, a los estudiantes les resultó fácil de usar e indicaron que les gustaría tenerlo para repasar otras cosas. Así como la mayor tolerancia a fallos de aquellos estudiantes con un perfil no técnico.



Figura 2.2 Agente Willow (Pérez-Marín, 2010; Nieto, 2009)

### 2.1.5.2 Agentes con rol de estudiante

#### Betty

Es un agente al que los estudiantes enseñan utilizando una representación visual bien estructurada (Leelawong y Biswas, 2008). Utilizando el desempeño de su agente (en función de cómo se le enseña) como una motivación, los estudiantes aprenden para intentar mejorar el conocimiento del agente y, en este proceso, aprenden mejor por sí mismos. Se utiliza para la enseñanza de la asignatura de ciencias en Primaria. Puede verse una imagen de Betty y Mr. Davis en Figura 2.3.

**Metodología.** No se describe.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** El estudiante enseña al agente mediante mapas de conceptos, de tal manera, que en función de éstos responderá de forma razonada a las preguntas del alumno. Como las respuestas pueden ser correctas o no, para supervisararlo, existe otro agente Mr. Davis, que tiene el rol de tutor. Éste, puede interactuar con el estudiante, animándole para que haga preguntas a Betty si hace tiempo que no lo hace. Y si el estudiante no sabe relacionar conceptos, se encarga de explicarle.

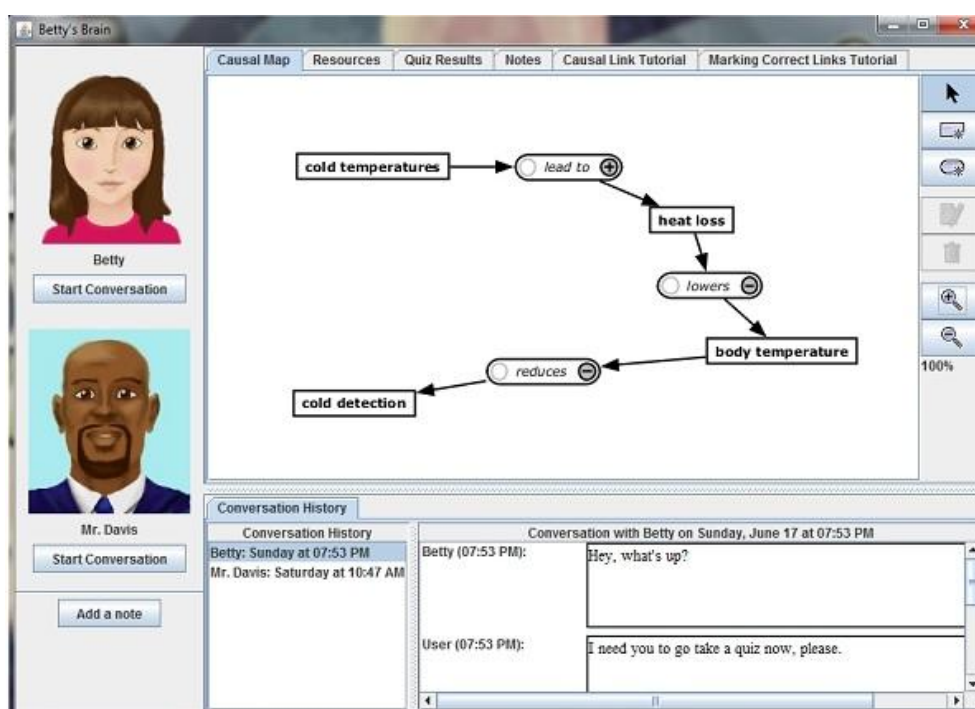


Figura 2.3 Interfaz del agente Betty (Leelawong y Biswas, 2008)

Concretamente, el proceso de enseñanza se implementa como tres actividades principales: enseñar a Betty usando una representación de mapa conceptual (Preece, 1999; Novak, 2010), consultar a Betty y averiguar cómo responde a la consulta y probar a Betty para comprobar su rendimiento en conjuntos de preguntas definidas que son asignadas por un agente de Mentor. Betty utiliza métodos de razonamiento cualitativo para razonar a través de



cadena de enlaces para responder preguntas. Cuando se le pregunta, explica su razonamiento usando esquemas de texto y animación (Biswas et al. 2009). Además, proporciona comentarios que reflejan los comportamientos de enseñanza de los estudiantes. El objetivo es lograr que los estudiantes adopten más estrategias meta cognitivas en sus tareas de aprendizaje. Los estudiantes reflexionan sobre las respuestas de Betty y sus explicaciones, y revisan sus propios conocimientos al hacer cambios en los mapas conceptuales para enseñar mejor a Betty (Biswas et al. 2009).

**Uso-Integración.** Betty se ha probado con estudiantes de colegio en el área de Ciencias Naturales. Los participantes de estudio fueron 56 estudiantes de dos aulas de ciencias de quinto grado, impartidas por el mismo profesor. Los estudiantes fueron asignados aleatoriamente a una de tres condiciones. Primero crearon mapas conceptuales sobre conceptos del ecosistema fluvial y relaciones causales durante la fase principal (siete sesiones de 45 minutos). El sistema utilizado en las diferentes condiciones varió según el tipo de estructura/instrucción proporcionada por el agente mentor y el agente Betty.

Después, los estudiantes participaron en la fase de transferencia usando el mismo sistema (cinco sesiones de 45 minutos) en la que aprendieron acerca de un nuevo dominio, el ciclo de nitrógeno basado en la tierra. Realizaron además un pretest y postest antes y después. Los estudiantes utilizaron una de las tres versiones del sistema: una versión de aprendizaje que consiste en aprender enseñando (Learning by Teaching, LBT) en la que los estudiantes enseñaban a Betty, una versión de aprendizaje autorregulado por la enseñanza (SRL) en la que los estudiantes enseñaban a Betty y recibían mensajes meta cognitivos de ella, y una versión del sistema inteligente de entrenamiento (ICS) en la que los estudiantes crearon un mapa por sí mismos con la orientación del agente mentor (Biswas et al. 2009).

**Evaluación de resultados.** Los resultados obtenidos prueban que es efectivo en la ayuda a los estudiantes en las preguntas de respuesta libre, a responder mejor (Biswas et al. 2009). El estudio junto con la investigación previa, parece demostrar que trabajar con Betty es útil porque apoya el compromiso de los estudiantes y promueve procesos cognitivos en la educación (Biswas et al. 2009).

### Challenging Teachable Agent (CTA)

Kirkegaard et al (2014) basados en teorías y estudios anteriores, consideran que la combinación de las técnicas de “learning by teaching” y el “troublemaking” podrían tener un gran potencial. Eligen el nombre de Challenging Teachable Agent (CTA) debido a que habían observado que la palabra troublemaker tenía connotaciones negativas en sus contactos en las escuelas, un troublemaker sería alguien que quiere hacer problemas, mientras que un CTA sería un TA que quiere desafiar al estudiante de una manera positiva (Kirkegaard et al. 2014). Puede verse un ejemplo de uso en la Figura 2.4.

**Metodología.** No se describe.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** Kirkegaard et al (2014) sugieren que un CTA debe ser diseñado para abordar dos tareas cualitativamente diferentes: ayudar al

estudiante a añadir esfuerzo al proceso de aprendizaje y a dirigir su esfuerzo en el proceso de aprendizaje.



**Figura 2.4 Ejemplo de uso del Challenging Teachable Agent (Kirkegaard et al. 2014)**

Los comportamientos desafiantes del CTA se realizan en la elección de las tareas de aprendizaje y el desempeño de las actividades de aprendizaje, donde el agente interactuará con el usuario a través del diálogo de opción múltiple. A continuación, se presentan los primeros comportamientos desafiantes implementados en el CTA.

En relación al aumento de la motivación y el esfuerzo, apuntan, por un lado, la sobrevaloración del propio conocimiento, añadiendo que el CTA puede insistir en elegir actividades de aprendizaje y pruebas a un nivel más alto del que se domina, aumentado con ello el nivel de desafío y pudiendo tener efectos positivos en el nivel de motivación intrínseca (Clifford, 2009). Por otro lado, sobre el deseo de aprendizaje, simulan que el CTA tiene su propia voluntad (Schwartz, 1999), preguntando en ocasiones qué actividades deben hacerse o mostrarse reticente a hacer alguna, lo que fortalecerá la experiencia de responsabilidad del estudiante hacia el CTA y también su motivación para la enseñanza (Kirkegaard et al. 2014).

Sobre la mejora de las estrategias de aprendizaje, señalan el debate de soluciones en actividades de aprendizaje (Schwartz, 1999). El diseño del CTA para no aceptar fácilmente todo lo que el estudiante intenta enseñar, pidiendo explicaciones y aclaraciones. O la inducción de confusión, puede proporcionar un aprendizaje más profundo en un entorno controlado para el aprendizaje (Kirkegaard et al. 2014). El propósito es que el estudiante reflexione, delibere y decida sobre lo que es verdadero, involucrando así el aprendizaje profundo (D'Mello et al. 2012). Un diálogo orientado a la tarea que permita al estudiante entrenar para usar conceptos, relaciones y hechos específicos del dominio (Kirkegaard et al. 2014).

Sobre la introducción de errores, indican que ser capaz de distinguir entre soluciones correctas y equivocadas, es un medio para lograr una mayor confianza en el estudiante con respecto al material de estudio (Kirkegaard et al. 2014). Esta estrategia fue usada por Aïmeur y

Frasson (1996) en su compañero de aprendizaje troublemaker, y pretende provocar que el alumno reaccione y justifique su respuesta, y así estar más seguro de ella y de sus bases.

Un factor importante es la relación de tiempo entre los comportamientos desafiantes y las variables del estudiante (como auto eficacia, orientación por objetivos y el logro). Apuntan que deben introducirse gradualmente, y que la frecuencia con la que los diferentes comportamientos deben estar ocurriendo, y cuándo, también pueden interactuar con las variables del estudiante (Kirkegaard et al. 2014), y producen diferentes resultados de aprendizaje y experiencias a los usuarios. Las tareas desafiantes presentan el riesgo de fracaso pero también ofrecen oportunidades de aprendizaje (Ames y Archer, 1988).

**Uso-Integración.** El CTA se realiza en un entorno de aprendizaje digital para niños de 10 a 12 años de edad, siendo según el conocimiento de Kirkegaard et al (2014) el primer sistema de TA fuera de las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering and Mathematics, STEM). El juego versa sobre un viejo guardián de Historia que está a punto de retirarse y busca un sucesor entre sus ayudantes. Tiene un ayudante, Timy, al que los estudiantes tienen que enseñar lo que han aprendido sobre historia. Así, la narrativa introduce el TA de forma natural, lo que puede fomentar el efecto Protégé (Chase et al. 2009). El personaje principal, Timy, es neutro en cuanto a género, ya que sus estudios anteriores mostraron que disminuye los efectos negativos de género que a veces aparecen en las interacciones con agentes virtuales (Kirkegaard et al. 2014).

El sistema tiene actividades de aprendizaje con diferentes niveles de dificultad. Timy añade nuevos conocimientos a su memoria o se vuelve más seguro o incierto sobre hechos conocidos anteriores. Los hechos pueden ser correctos o incorrectos, más o menos seguros, y suelen reflejar el propio conocimiento del estudiante del dominio (Kirkegaard et al. 2014).

Una actividad de test se desbloqueará cuando se hayan realizado suficientes actividades de aprendizaje. Entonces Timy responderá a las preguntas con el conocimiento que ha sido enseñado por el estudiante. Los resultados del test dan a los estudiantes la retroalimentación sobre cómo enseñaron a Timy y sugieren la recopilación de información y/o actividades de aprendizaje que puede volver a hacer en caso de incertidumbre o errores (Kirkegaard et al. 2014).

**Evaluación de resultados.** Por un lado, se ha demostrado que el TA funciona en el enfoque de aprender enseñando (Learning by teaching), proporcionando ventajas como motivación creciente, profundidad del aprendizaje, esfuerzo, etc. Por otro lado, que el desafío en el proceso de aprendizaje tiene efectos positivos. El estudio realizado por Kirkegaard et al. (2014) combinando ambos enfoques en su CTA, apunta que la adición de un comportamiento desafiante en un TA puede fortalecer aún más los efectos positivos. Sin embargo, indica que debe ser explorado más a fondo con respecto a varios grupos de usuarios, para asegurarse de que construyen sistemas educativos que pueden beneficiar a todos los estudiantes. De esta manera, señalan que pretenden evaluar el CTA propuesto y compararlo con un TA tradicional, y con un sistema sin un agente, con respecto a variables de los estudiantes como la autoeficacia y la orientación de la meta. Además, sobre la base de los resultados de este

estudio, una meta futura de investigación es desarrollar y evaluar algoritmos para combinaciones adecuadas de los comportamientos de los agentes (Kirkegaard et al. 2014).

### Lucy

Lucy es un agente para ayudar a los alumnos a resolver ecuaciones de Matemáticas. Son los estudiantes los que le enseñan a resolver una ecuación algebraica empleando la tecnología Sim Student (Matsuda et al. 2010a; Matsuda et al. 2013; Matsuda et al. 2014), que maneja las estrategias de aprendizaje de aprender mediante ejemplos (generan un conjunto de hipótesis para tratar de explicar las soluciones proporcionadas por los ejemplos) y a través de resolución de problemas (se proporciona al agente problemas, y éste va preguntando si los pasos que da son correctos). Puede verse una imagen de Lucy en la Figura 2.3.

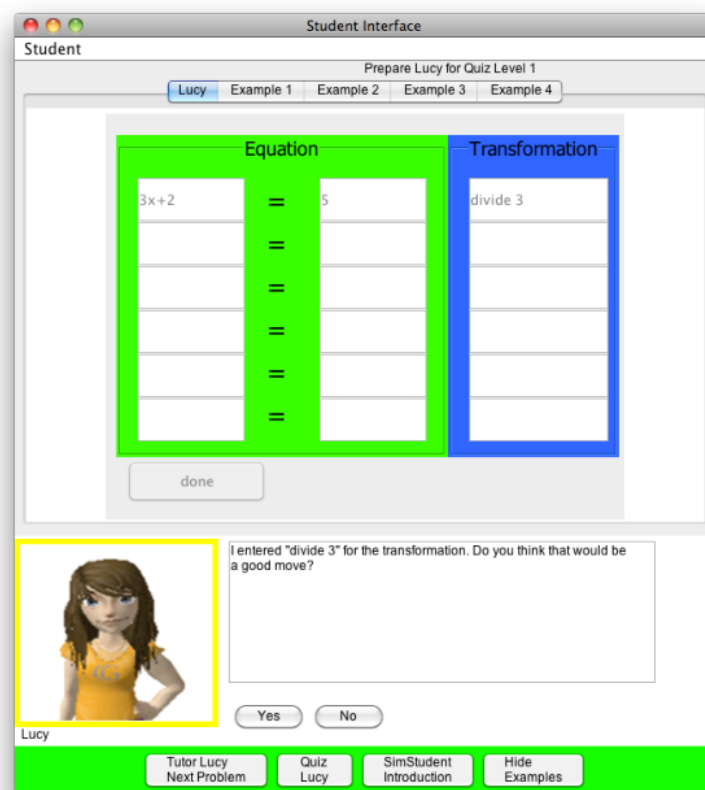


Figura 2.5 Interfaz de Lucy (Matsuda et al. 2010b)

**Metodología.** No se describe.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** Los estudiantes insertan problemas y ayudan al agente a resolverlo, aprendiendo ambos. Se van mostrando los pasos que va dando el agente y el estudiante tiene que indicar si es o no correcto, pudiendo ser incorrecta la respuesta de éste, siendo esta retroalimentación la que determina el funcionamiento de Lucy. El objetivo es que Lucy supere el test final de preguntas (Matsuda et al. 2010a).

**Uso-Integración.** Para evaluar el entorno LBT, realizaron un estudio de laboratorio. El objetivo del estudio era medir el grado de aprendizaje del tutor (la efectividad) y la eficiencia y usabilidad del sistema. La eficacia del estudio se midió como ganancia de aprendizaje utilizando pretest y posttest. Para la eficiencia y facilidad de uso, se realizó un análisis de protocolo por video-grabación de las sesiones de aprendizaje completo (Matsuda et al. 2010b).

El estudio incluyó a 12 estudiantes de escuelas Secundarias locales que iban de sexto al octavo curso. Las sesiones de estudio se hacían individualmente. Todos ellos siguieron el mismo procedimiento. Antes de que comenzara la sesión de estudio, la persona que dirigía el experimento explicó a los participantes que para todas las sesiones de estudio debían pensar en voz alta. Además, cuando los estudiantes se quedaban callados durante las sesiones les daba un aviso. Los participantes hicieron un pretest en línea tardando una media de 46 minutos. Seguidamente vieron un video (10 minutos) para aprender a utilizar el entorno LBT. Después se les dijo el objetivo de la sesión de estudio, para que Lucy (que fue el nombre de SimStudent en este estudio en particular) pase el examen (Matsuda et al. 2010b). Los participantes entonces enseñaron a Lucy. Después de una hora, se indicó a los participantes que podían dejar la sesión si querían, incluso si Lucy no había pasado el examen.

Finalmente, los participantes hicieron un posttest. La diferencia en las pruebas fue contrabalanceada entre los participantes. Después del posttest, todos los participantes completaron un cuestionario (Matsuda et al. 2010b). Todas las sesiones de estudio, incluidos los pretest y posttest, así como las sesiones de tutoría, fueron grabadas en video. Las actividades de los participantes durante la sesión de tutoría se registraron en un repositorio de datos abiertos, llamado DataShop, mantenido por el Pittsburgh Science of Learning Center (Matsuda et al. 2010b)

**Evaluación de resultados.** En general, los estudiantes en el estudio de evaluación mejoraron sus habilidades en la ecuación después de la tutoría SimStudent durante unos 70 minutos en promedio.

El análisis del protocolo mostró que los participantes con baja competencia en la resolución de ecuaciones, a menudo se quedaban atascados al proporcionar una pista en respuesta a la solicitud de SimStudent sobre qué hacer a continuación. Resulta especialmente interesante que los participantes podían plantear un problema para la tutoría, pero no podían resolverlo. Así como que los materiales suplementarios que se incluía (como ejemplos de problemas) no son suficientes para algunos de los participantes de baja competencia. En particular, estos participantes aparentemente necesitaban una instrucción más directa (en contraposición a aprender de ejemplos elaborados) sobre cómo resolver ecuaciones (Matsuda et al. 2010b).

### [The Teachable Agent Math Game](#)

The Teachable Agent Math Game (Pareto, 2010). Este agente pretende desarrollar la competencia lógica de los niños mediante el aprendizaje por medio de juegos de razonamiento matemáticos y lógicos orientados a niños (Pareto, 2010, 1014). El entorno del juego combina

valores de cartas en un tablero con diferentes objetivos y niveles. Pueden verse ejemplos de preguntas de The Teachable Agent Math Game en la Figura 2.6.

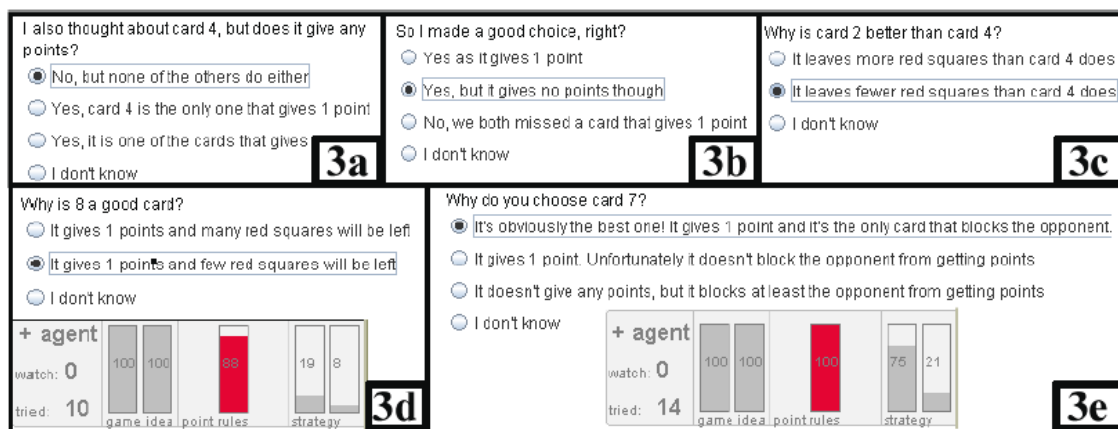


Figura 2.6 Ejemplos de preguntas de The Teachable Agent Math Game (Pareto, 2010)

**Metodología.** No se describe.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** El agente se desarrolla según el nivel de conocimiento, que depende de cómo son capaces los estudiantes de enseñar al agente. Es decir, dependiendo de la calidad de la enseñanza del estudiante, el agente construye un modelo matemático mediante algoritmos de inteligencia artificial. A partir de entonces, el conocimiento matemático del agente se refleja continuamente en su habilidad para jugar los diferentes juegos (Gulz et al. 2011). Habiendo dos maneras de realizar esto último.

Por un lado, mostrando al agente cómo jugar, o por otro, dejando que el agente intente jugar y después, aceptar o rechazar la opción elegida. En ambos el agente plantea preguntas de opción múltiple al estudiante que se relacionan con los acontecimientos del juego, las preguntas dependerán de diversos factores: el estado del juego, el modo de enseñanza, si los jugadores compiten o colaboran y el nivel de conocimiento del agente. Las respuestas apropiadas (o no) afectan las destrezas correspondientes en el agente enseñable a través de los algoritmos (Gulz et al. 2011).

**Uso-Integración.** Realizaron un estudio auténtico cuasi-experimental con 153 estudiantes de 3º y 5º grado durante nueve semanas que comparaba los efectos de aprendizaje con y sin el agente (Pareto et al. 2011).

La versión de SimStudent que permite el aprendizaje por la enseñanza (Matsuda et al. 2010a) se utilizó en un estudio experimental de tres días de clase con 160 estudiantes de Secundaria (Matsuda et al. 2012). El estudio comparó dos versiones del sistema: con y sin un módulo de auto explicación.

Otro estudio integró el agente en un municipio sueco. El primer paso fue un estudio piloto, el segundo un estudio en el que se matricularon estudiantes de 1º, 3º y 5º grados, y el tercero involucró 500 estudiantes de segundo a octavo. El modelo de difusión se basó en la

difusión previa satisfactoria de la tecnología en las escuelas de la región, donde ya estaban involucrados los docentes (en vez de investigadores), reclutaron nuevos maestros a través de redes sociales (Pareto, 2014).

**Evaluación de resultados.** Los resultados del primero de los estudios mencionados que involucraba a 153 estudiantes en 3º y 5º grado, muestran ganancias de aprendizaje significativas para el grupo de juego en comparación con el grupo de control en el logro matemático y la auto eficacia, pero no en la actitud (Pareto et al. 2011). Un análisis más detallado de los resultados de los estudiantes del tercer grado, demostró que las ganancias de los estudiantes se derivan principalmente de problemas relativos a la comprensión conceptual del sistema base-10 (Pareto et al. 2012).

La versión de SimStudent que permite el aprendizaje por la enseñanza, (Matsuda et al. 2010a) usado con 160 estudiantes de Secundaria (Matsuda et al. 2012), muestra que el grupo de auto explicación trabajó significativamente con menos problemas para lograr el mismo aprendizaje, en comparación con el grupo sin auto explicación, lo que indica que la auto explicación puede ser eficaz para el aprendizaje. Sin embargo, el estudio no mostró evidencia de que los estudiantes adquieran conocimientos conceptuales y sólo tendencias débiles de los estudiantes mejorando en las habilidades requeridas. La intervención puede haber sido demasiado corta para mostrar efectos de aprendizaje significativos.

Respecto al tercer experimento al que se hace alusión, hubo ganancias de aprendizaje en los estudiantes, entre ellos en la categoría de comprensión conceptual (Pareto et al. 2011; Pareto et al. 2012). La mejora en la comprensión conceptual de temas de Matemáticas, puede materializarse con el tiempo, y quizá no pueden ser revelados en los postests solamente, por lo que consideran importante seguir trabajando en esta línea (Pareto, 2014).

### 2.1.5.3 Agentes con rol de Acompañante

#### MyPet

Es un sistema propuesto para promover el comportamiento de los estudiantes en cuanto al esfuerzo. Estos son alentados para aprender a mejorar el estado de su My-Pet que es un animal de compañía virtual activo, esto sirve de ayuda para transmitir el estado del estudiante, incluyendo los esfuerzos de aprendizaje y promueve la auto-reflexión (Chen et al. 2008). Se desarrolló para aprender chino. Puede verse un ejemplo de uso en la Figura 2.7.

**Metodología.** No se describe

**Características en las que se basa el Algoritmo.** Se basa en la demostración al estudiante de que el fracaso en un proceso de aprendizaje puede deberse a la falta de esfuerzo, y que con esfuerzo se conseguirán superar los ejercicios (Chen et al. 2009). En la representación del agente, se utiliza un animal de compañía (perro o gato), que anima al estudiante en el proceso, acompañándole todo el tiempo. El método usado muestra una barra de energía que indica el esfuerzo que se invierte en realizar las tareas.

My-Pet usa unas monedas virtuales, e insta al estudiante a participar en tareas de aprendizaje para ganarlas. Éste supone implicaciones más emocionales, como el apego, la crianza y la responsabilidad (Chen et al. 2008). Tratan de utilizar un escenario de juego para aliviar los posibles efectos negativos suscitados por la competencia en el rendimiento de My-Pet (Chen et al. 2008).



**Figura 2.7 Ejemplo de uso del agente MyPet (Chen et al. 2008)**

A los estudiantes se les pide que se encarguen de sus My-Pets para un mejor desempeño en un modelo de plataforma de My-Pets. El diseño, diría a los estudiantes que dedicar tiempo y esfuerzo es la condición necesaria para el aprendizaje exitoso (promoviéndolo). No obstante, añaden que el aprendizaje que requiere un gran esfuerzo sin experiencia agradable es desmotivador, mientras que aprender con experiencia agradable suele suponer lo contrario. Así, el rendimiento de My-Pets se lleva a cabo siendo My-pet un sustituto de la competencia, en lugar de un tema directo. Además es una competencia de esfuerzo de aprendizaje, en lugar de una competencia de logros de aprendizaje. Estas dos preocupaciones pueden ser útiles para aliviar el efecto negativo de la competencia (Chen et al. 2008).

**Uso-Integración.** Se realizó un experimento preliminar para el entrenamiento del sistema My-Pet en una escuela Primaria en el condado de Tao-Yuan. El objetivo se centró en la efectividad del sistema My-Pet en términos de tres aspectos: logro del aprendizaje, retroalimentación afectiva y tiempo dedicado a la tarea de aprendizaje. Para ello, se utilizó un diseño experimental comparativo entre sujetos. Participaron 82 estudiantes de quinto grado de 3 clases, aunque debido a las ausencias finalmente fueron 68, que a priori, tenían antecedentes similares y el rendimiento de aprendizaje en el idioma sujeto.

Se asignaron aleatoriamente a tres grupos: grupo L (aprendizaje), grupo LT (aprendizaje + crianza) y grupo LTP (aprendizaje + crianza + rendimiento). Aunque los contenidos de aprendizaje de los tres grupos eran los mismos, los participantes aprendieron



idiomas chinos a través de diferentes versiones del sistema My-Pet: los participantes en el grupo L sólo recibieron contenidos de aprendizaje (materiales digitales); Los participantes en el grupo LT aprendieron los idiomas a través de la versión ligera del sistema My-Pet (fase de crianza); Los participantes en el grupo LTP aprendieron los idiomas a través de la versión completa del sistema My-Pet (tanto de crianza como de rendimiento). Cada grupo hizo 4 sesiones de treinta minutos en el laboratorio de computación para aprender idiomas durante un período de cinco semanas (Chen et al. 2008).

Se utilizaron tres mediciones en este experimento: prueba de logro, escala motivacional y registros del sistema para pasar el tiempo. En cuanto a la prueba de rendimiento, se realizó el pretest y el postest sobre los idiomas chinos. La prueba contiene dos partes: identificación de palabras y secuencia de palabras (parte básica), y aplicación de contexto (parte avanzada). En términos de escala motivacional, se empleó la escala de juego motivacional ARCS (Dempsey et al. 1997), incluyendo cuatro dimensiones de los ítems: atención, relevancia, confianza y satisfacción. En cuanto a los registros del sistema, se midió el tiempo que pasó cada participante aprendiendo idiomas (Chen et al. 2008).

**Evaluación de resultados.** Los resultados parecen mostrar que el cuidado del sistema My-Pet podría motivar a los participantes a mejorar su rendimiento de aprendizaje en un período más corto de tiempo. En términos de la versión ligera del sistema My-Pet, los participantes obtuvieron una mejora del rendimiento en un tiempo más corto. Mientras que, en términos de la versión completa, aunque los participantes pasaron más tiempo en sus tareas de aprendizaje, finalmente obtuvieron la mayor mejora de rendimiento (Chen et al. 2008).

El grupo LTP tiene una calidad de aprendizaje más alta (43,19%) que el grupo LT (29,32%) y el grupo L (24,34%). Con la adición de diferentes elementos del sistema de My-Pet en la tarea de aprendizaje, los participantes parecen estar más involucrados en tareas de aprendizaje.

La comparación del resultado de la escala motivacional ARCS, indicó que la atención y satisfacción de los participantes en el grupo LT y LTP fueron superiores a las del grupo L. Esto revela que la presencia de My-Pet podría mejorar la atención y satisfacción de los estudiantes. Este resultado tiende a apoyar la suposición de que el elemento divertido es beneficioso para el aprendizaje participativo (Chen et al. 2008).

## SBEL

Es un acompañante del estudiante para aprender portugués brasileño en el entorno de e-learning basado en escenarios (Reategui et al. 2007), con situaciones que se encontrarían en la vida real, lo que permite un aprendizaje más natural. Puede verse una imagen del agente en la Figura 2.8.

**Metodología.** No se describe.

**Características en las que se basa el Algoritmo.** Según Paulus et al. (2006) un aprendizaje debe proporcionarse en un contexto en el que se ofrezcan consejos útiles o

modelos que ayuden a los estudiantes a lograr sus objetivos de resolver tareas. Los entornos de e-learning basados en escenarios (SBeL) pueden encajar en este modelo, puesto que suelen presentar una historia (video, animación o audio) a ser seguida por los estudiantes, para percibir acciones y actitudes en la vida real, que servirá de base en la realización de tareas y discusiones posteriores. De esta forma SBeL también puede ofrecer un entorno interactivo con tareas auténticas y significativas distribuidas de forma no lineal, donde los estudiantes pueden centrarse en actividades contextualizadas (Reategui et al. 2007).



**Figura 2.8 Agente Sbel (Reategui et al. 2007)**

Utiliza un avatar que acompaña al usuario en diferentes situaciones reales empleando el vocabulario y las expresiones indicadas en cada momento. Los estudiantes, aprenden el vocabulario en situaciones que se encontrarían en la vida real, lo que permite un aprendizaje más natural (Reategui et al. 2007).

**Uso-Integración.** Se llevó a cabo un caso de estudio para aprender portugués brasileño. Los estudiantes matriculados en el curso participan en un juego de roles en línea, en el que actúan como participantes en un programa de intercambio, viviendo con una familia brasileña en la ciudad de Río de Janeiro. Cada miembro de la familia para que los estudiantes conozcan gente brasileña de diferentes géneros, edad o antecedentes sociales y culturales, tiene su propia personalidad, variedad de vocabulario, gestos y expresiones faciales. Además, para aumentar la realidad y la coherencia de los agentes, las voces de cada personaje son registradas por personas que tienen el mismo género, edad y tipo de cuerpo (Reategui et al. 2007). En cada lección, los estudiantes pueden ver animaciones cortas que muestran situaciones cotidianas y percibir cómo actúan y hablan los personajes. Después, los alumnos pueden verificar sus habilidades para lidiar con situaciones de la vida real en materiales basados en escenarios, donde los agentes pedagógicos les ayudan a resolver problemas, cumplir las tareas y alcanzar sus metas.

El enfoque educativo adaptado combina el aprendizaje basado en tareas y escenarios (Reategui et al. 2007).

Kim y Baylor (2006) recomiendan el comportamiento proactivo de los agentes en el proceso de aprendizaje, ya que los estudios demuestran que los ayudantes integrados raramente se utilizan.

Los agentes pedagógicos animados se desarrollaron con el software Adobe Macromedia Flash e interactuaron con los estudiantes con mensajes de texto y audio de forma proactiva. Además de los personajes integrados en la historia principal, un tutor virtual los guía dentro del contenido de los cursos a lo largo del escenario (Reategui et al. 2007).

**Evaluación de resultados.** Los materiales de aprendizaje se diseñan para proveer tareas reales de aprendizaje contextual y ofrecen diferentes caminos exitosos, como lo sugiere Kindley (2002a, 2002b). La comunicación intercultural y la conciencia cultural serán fomentadas por discusiones adicionales, como sugirió Ziegahn (2001). En relación al uso de agentes, los personajes se están desarrollando siguiendo un modelo de coherencia global, que incluye rasgos como la conversación, la empatía, la sociabilidad, la inteligencia y la variabilidad, tal como fue destacado por Reategui y Moraes (2006).

### Troublemaker

Representa un estudiante conflictivo que muestra respuestas incorrectas. El objetivo es la provocación de contrastes entre lo que el estudiante cree saber y lo que el agente le cuenta (Aïmeur y Frasson, 1996). Puede verse un ejemplo de uso en la Figura 2.9.

**Metodología.** Aunque no se describe una metodología completa, Aïmeur y Frasson (1996) presentan un nuevo paradigma actor, indicando las propiedades que necesitan en un entorno ITS (intelligent tutoring systems) para seguir la definición de un actor, que es un agente inteligente que es reactivo, adaptativo, instruible y cognitivo. Presentando también una arquitectura global, y respecto al diseño, dan detalles de cada módulo y las interacciones entre las diferentes capas.

**Algoritmo.** La hipótesis de partida es que el estudiante trata de demostrar que el agente está equivocado y buscaría información, sirviéndole para aprender. Así por ejemplo, un caso que se presenta es el de un agente (Anne) que tiene rol de profesor, transmite los contenidos, y Pierre (agente troublemaker), critica las decisiones del estudiante y le reta a distinguir cuándo el agente está seguro de sus afirmaciones o lo estaba adivinando sin más.

Aïmeur et al. (1997) describen a un agente problemático (troublemaker) en un entorno de aprendizaje virtual que también incluye un agente tutor. El troublemaker (Frasson y Aïmeur, 1997) puede sugerir una solución correcta o defectuosa y preguntarle al estudiante si está de acuerdo o no. Si el estudiante no está de acuerdo, el troublemaker debatirá acerca de su solución hasta que el estudiante esté de acuerdo o el troublemaker se quede sin argumentos. Si el estudiante está de acuerdo, la solución de problemas será presentada al tutor para su retroalimentación (Kirkegaard et al. 2014).

El funcionamiento de la arquitectura se basa en el actor con la estrategia de "learning by disturbing"(aprendizaje por perturbación) (Aïmeur et al. 1995). Esta estrategia involucra a tres actores (un tutor, un troublemaker y un aprendiz artificial) para reforzar la autoestima del

estudiante. El nivel de competencia del troublemaker es superior al alumno con el fin de proporcionar una competición rentable. Un problema se presenta al aprendiz y al troublemaker. El troublemaker puede tener diferentes comportamientos: dar una respuesta equivocada al problema para forzar al alumno a reaccionar y proponer la solución correcta, esperar la solución del alumno y dar una sugerencia o solución equivocada o un contraejemplo. Si el alumno no puede dar una solución correcta el tutor le da la solución correcta. La implementación de esta estrategia requiere definir un conjunto de tareas y una lista de situaciones típicas para cada uno de los tres actores mencionados anteriormente (Frasson et al. 1996).

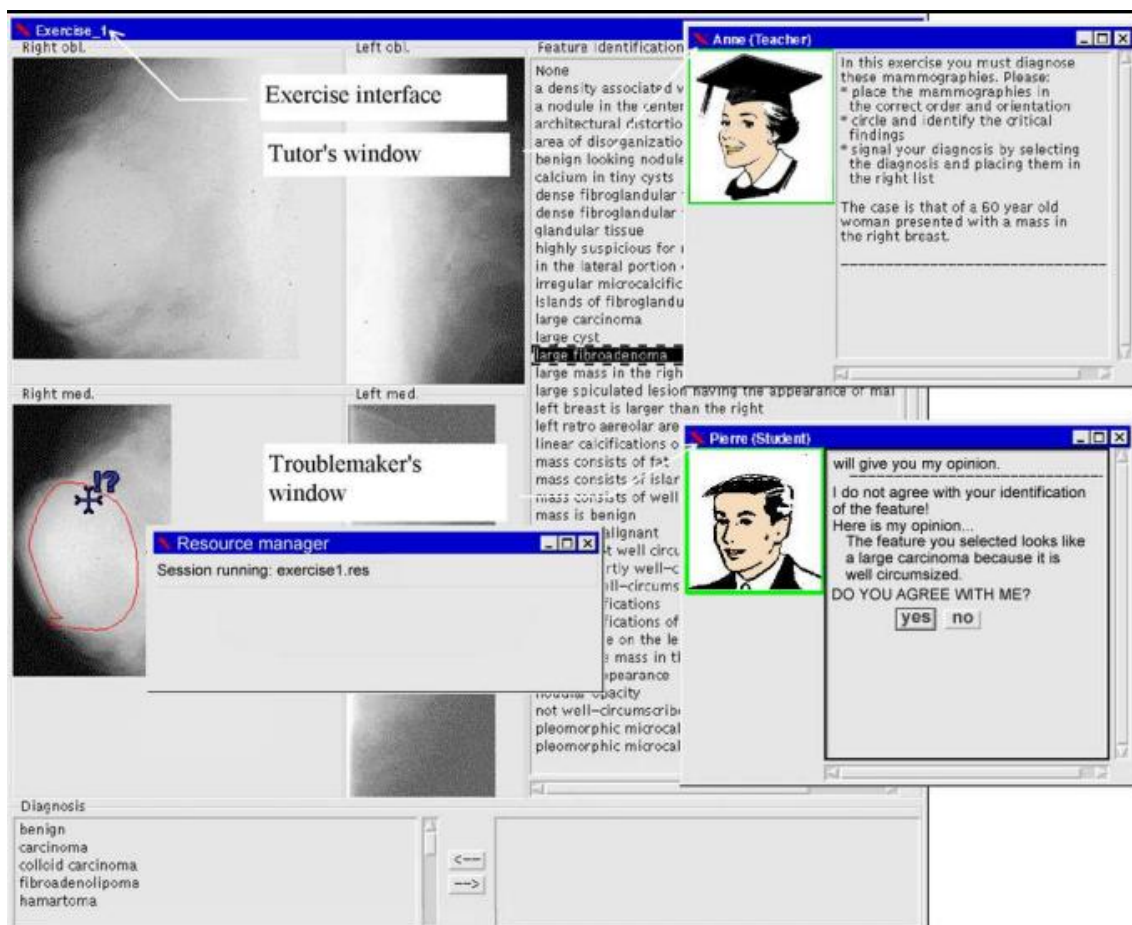


Figura 2.9 Ejemplo de uso del agente Troublemaker (Aïmeur y Frasson, 1996)

**Uso-Integración.** No se han encontrado ejemplos de uso en las aulas. No obstante, para mostrar el funcionamiento de la estrategia de learning by disturbing (aprendizaje por perturbación), y especialmente del troublemaker, Frasson et al. (1996) consideraron la siguiente situación:

En el tiempo t4, ninguno de los actores estaba activo y desde el inicio de la sesión se tenía lo siguiente: el tutor presentó un primer problema al alumno (tiempo t1), el

troublemaker decidió no reaccionar antes de la respuesta del alumno (tiempo t2), y el alumno dio la respuesta correcta (tiempo t3), que estaba disponible en la memoria común.

Se presentaron dos posibles escenarios, el primero es un ejemplo del modo de control, mientras que el segundo se refiere al modo de razonamiento.

**Evaluación de resultados.** La arquitectura de Frasson et al. (1996) tiene múltiples ventajas, proporcionando un alto grado de flexibilidad en términos de interacción entre el alumno y los actores en diversas estrategias. Esto permite un enfoque cooperativo en el que el alumno está involucrado en una elaboración constructiva del conocimiento. Además, el actor se mejora al interactuar con los otros actores. El alumno no es el único participante que aprende sino la comunidad de actores que está atenta al comportamiento del aprendiz y que aprende por experiencia. La capa cognitiva tiene mecanismos de aprendizaje para hacer frente a nuevas situaciones que no pueden procesarse en niveles inferiores. El aprendizaje de la experiencia permite que los actores evolucionen desde el modo de razonamiento hasta el modo de control, e incluso hasta el modo de reflejo, utilizando un proceso de aprendizaje permanente (Frasson et al. 1996).

En un estudio realizado por Frasson y Aïmeur (1996), se encontró que el uso del agente troublemaker "anima al alumno a cuestionar sus propios conocimientos" y, por lo tanto, motiva al alumno. Sin embargo, el troublemaker y la estrategia de enseñanza "learning by disturbing" implicaron mejoras académicas principalmente para estudiantes de alto rendimiento (Kirkegaard et al. 2014).

#### 2.1.5.4 Análisis de comparativa de ACPs

De los agentes seleccionados, siguiendo los criterios indicados al inicio de este apartado, en la Tabla 2.2 se recogen sintetizados los resultados de la revisión de los mismos, incluyendo el rol, metodología, características en las que se basa, el uso o integración, la evaluación de resultados y el idioma. Para ello, considerar las particularidades de significado que se indicaron al inicio del apartado 2.1.5.

Las siglas corresponden a los aspectos que se han extraído como más relevantes de la revisión de los agentes, realizado con el objetivo de poder llevar a cabo una síntesis de las características de los 10 agentes estudiados. Puede encontrarse la leyenda de las mismas en la Figura 2.10.

De los agentes, cuatro tienen el rol de estudiante, tres de profesor y tres de acompañante. En cuanto a las características en las que se basa el algoritmo, las más repetidas son el aspecto de agente animado y adaptativo. Existiendo gran cantidad de aspectos que no se repiten entre los diferentes agentes, como son el aprendizaje mediante ejemplos o las preguntas de opción múltiple.

**Tabla 2.2 Revisión de agentes**

Agente	Rol	Met.	Car. Alg.	U.-I.	Ev. Rdos.	Idioma
<b>Autotutor</b>	P	NS	TC, DM, A3D, AN, CT, CV, A	U	MR, NI	Inglés
<b>Laura</b>	P	NS	CT, CV, AN	U	MC, NI, DC, OU	Español
<b>Willow</b>	P	NS	P, CT, A, TC, MP, POM	U	OU, MR, MM	Español Inglés
<b>Betty</b>	E	NS	MP, PT	P	EAE, MR, MC, MCP	Inglés
<b>Lucy</b>	E	NS	AE	S	MC, MR	Inglés
<b>The Teachable Agent Math Game</b>	E	NS	AJ, POM	P, S	AE, MC, MR, No MCP	Inglés
<b>Challenging Teachable Agent (CTA)</b>	E	NS	DAE, AAE	P	MM, MC, OU, MCP, AE	Inglés
<b>MyPet</b>	A	NS	DAE	P	MM, MC, MCP, OU, MR	Chino
<b>Troublemaker</b>	A	NS	AAE, A	ND	MCP, MC, EAE, MM, AE	Inglés
<b>Agentes SBEL</b>	A	NS	ESBEL, AN, A3D, A, P	ND	MC, EAE, AE, NI	Portugués

**Rol**

P: Profesor

A: Acompañante

E: Estudiante

**Metodología (Met.)**

NS: No se describe

SS: Si se describe

**Características en las que se basa el Algoritmo (Car. Alg.)**

TC: Teoría constructivista

DM: Diálogo mixto

A3D: Animación 3D

AN: Agente animado

CT: Conversación mediante texto

CV: Conversación mediante voz

P: Personalizable

A: Adaptativo

MP: Mapas de conceptos

PT: Presencia de un agente supervisor

AE: Aprendizaje mediante ejemplos

AJ: Aprendizaje por medio de juegos de razonamientos matemáticos y lógicos

POM: Preguntas de opción múltiple

DAE: Basado en la demostración de que con esfuerzo se aprende

AAE: Aprendizaje intentando demostrar que el agente está equivocado

ESBEL: entornos de e-learning basados en escenarios

**Uso-Integración (U.-I.)**

U: Universitario

P: Primaria

S: Secundaria

I: Infantil

ND: No descrito

**Evaluación de resultados (Ev. Rdos.)**

MR: Mejora de resultados

MC: Mejora de capacidades

NI: Naturaleza interactiva

DC: Distracción ocasional

OU: Opinión favorable ante la pregunta de utilidad/Experiencia favorable

EAE: Efectivo en la ayuda a los estudiantes

MM: Mejora de la motivación

MCP: Mejora del compromiso

AE: Desarrollo de la auto eficacia

**Figura 2.10 Leyenda de la comparativa de agentes**

En cuanto al ámbito de uso, los hay para Primaria, Secundaria y nivel universitario. Pero no se describen para el uso en el nivel de Infantil, y en la revisión de la literatura realizada no se hace alusión a agentes usados en las aulas de Infantil.

En cuanto a la evaluación de los resultados, la opción más repetida es la mejora de las capacidades, estando presente en 8 de los 10 agentes, seguida por la mejora de los resultados, que está presente en más de la mitad. A continuación, se encuentran la mejora en la motivación, compromiso y opinión favorable a la cuestión de utilidad.

En cuanto al idioma, la gran mayoría de ellos han sido desarrollados para ser usados en inglés.

El hecho más destacable es que para ninguno se describe una metodología seguida para el diseño, integración en las aulas o evaluación de resultados. Aunque, en algunos de ellos, se presentan algunas pautas o características que deberían cumplirse en algunos aspectos, el procedimiento de diseño que ha seguido o una descripción de la arquitectura que sigue, como por ejemplo en el troublemaker, Autotutor o Laura, como se indicó al hacer referencia al aspecto de la metodología en cada uno de ellos.

Por otro lado, en cuanto a la evaluación realizada mediante técnicas IPO, con Lucy se usó el método de pensar en voz alta con un grupo test, concretamente, antes de comenzar la sesión de estudio, la persona encargada de dirigir el experimento explicó a los participantes que para todas las sesiones de estudio debían pensar en voz alta. Además, cuando los estudiantes se quedaban callados durante las sesiones de estudio les daba un aviso. También se realizó una sesión de tutoría, pretest y postest, y todo ello fue grabado.

Con Laura y Willow se empleó el método de indagación de cuestionarios. Para Laura, MyPet y The Teachable Agent Math Game se realizaron pretest y postest, que pueden enmarcarse dentro del método de medida de las prestaciones del grupo test. Para el resto de agentes y el uso de técnicas de la IPO para la evaluación, no se tiene información. En relación a la evaluación usando técnicas Big Data, tampoco se tiene constancia de que se hayan usado para la evaluación de ACP y estudiantes.

### 2.1.6 Evaluación

El término **Big Data** según Gartner hace referencia al “alto volumen, alta velocidad y/o amplia variedad de activos de información que requieren nuevas formas de procesamiento para permitir la toma de decisiones mejorada, el descubrimiento de conocimiento y la optimización de procesos” (Beyer y Laney, 2012). Se puede considerar que el Big Data es la tecnología que almacena y procesa datos (en general gran cantidad) de fuentes internas y externas, que requieren un gran poder de computación para recopilar y analizar. Los datos, debido a su diversa procedencia, en muchas ocasiones requieren un proceso de limpieza para poder extraer información útil de ellos.

El panorama de esta tecnología está cambiando rápidamente en los últimos años (Chen et al. 2014; Boyd y Crawford, 2012). Algunos términos importantes se describen a

continuación. **Business Intelligent** (BI) en el glosario IT de Gartner es definido como “un paraguas que incluye aplicaciones, infraestructura y herramientas y las mejores prácticas que hacen posible el acceso y el análisis de información para mejorar y optimizar decisiones y rendimiento” (HTTP20). De tal manera, que puede entenderse como una categoría amplia que, al menos en el contexto de negocios IT, abarca los conceptos de analítica, Big Data y Data Mining. Se podría considerar como la toma de decisiones basada en datos, abarcando los procesos y procedimientos de recolección de datos, intercambio, presentación de informes, aportación de información, incluyendo la generación, agregación, análisis y visualización de datos para facilitar la toma de decisiones, gestión y estrategia.

Como **analítica**, se entienden las diferentes maneras de desglosar los datos, evaluación de tendencias en el tiempo, comparativas, las diferentes formas en las que el dato se puede visualizar para detectar las tendencias y relaciones de un vistazo. Se pueden plantear además cuestiones acerca del futuro con sistemas que realizan análisis predictivo.

La **Minería de Datos** (Data Mining) hace referencia a la búsqueda de información relevante y apropiada en grandes conjuntos de datos y su transformación en una estructura comprensible. Es el proceso que trata de identificar patrones en grandes conjuntos de datos, siendo un campo de la estadística y las ciencias de la computación (Maimon y Rokach, 2010). La minería de datos ha ganado popularidad en el campo de las bases de datos, y es en este punto donde cabe destacar el concepto de “**Knowledge Discovery in Databases**” (KDD), acuñado en 1989 (Piatetsky-Shapiro, 1991), que hace hincapié en que el conocimiento es el producto final de un descubrimiento impulsado por los datos. De esta manera, KDD hace referencia al proceso global de descubrimiento de conocimiento útil a partir de datos, mientras que minería de datos se refiere a un determinado paso en este proceso, más concretamente, es la aplicación de algoritmos específicos para la extracción de los patrones de datos.

En 1996 (Brachman y Anand, 1996) proporcionan una **visión práctica del proceso KDD**, enfatizando la naturaleza interactiva del mismo, que en términos generales es el siguiente:

1. Comprensión del dominio de aplicación.
2. Selección del conjunto de datos.
3. Limpieza de datos y preprocesamiento.
4. Reducción y proyección de los datos
5. Establecer una sintonía en los objetivos del proceso KDD (paso 1) con un particular método de Data Mining.
6. Análisis explicativo y selección de hipótesis y modelo.
7. Data Mining.
8. Interpretación de patrones (y quizá sea necesaria una vuelta a los pasos 1 a 7 para una iteración completa).
9. Actuar sobre el conocimiento.

Las técnicas de **minería de datos** son algoritmos con diferente nivel de sofisticación que se aplican sobre un conjunto de datos para obtener resultados, y proceden de la



inteligencia artificial y de la estadística. Algunas técnicas importantes, que se clasifican en función del objetivo de análisis de los datos en supervisados (o predictivos, a partir de datos conocidos predicen un dato o un conjunto de datos desconocidos previamente) y no supervisados (o del descubrimiento del conocimiento, descubren tendencias y patrones en los datos) son las siguientes (Weiss y Indurkha, 1998):

- **Redes neuronales**, inspiradas en el funcionamiento del sistema nervioso, son técnicas analíticas de aprendizaje y procesamiento automático, que siguen un modelo capaz de predecir nuevas observaciones a partir de otras después de un proceso de aprendizaje a partir de datos existentes. Algunos de los usos estándar son: reconocimiento de patrones, predicción de series temporales, procesamiento de señal, control, sensores, y detección de anomalías (Shiffman, 2012).
- **Regresión lineal**, rápida y eficaz, es útil para establecer relaciones entre datos, pero no es suficiente en espacios en los que se puedan relacionar más de dos variables (multidimensionales).
- **Modelos estadísticos**, expresiones simbólicas (ecuación o igualdad) usadas en los diseños experimentales y en la regresión para identificar factores que modifican la variable de respuesta.
- **Árboles de decisión**, son modelos de predicción que forman diagramas de construcciones lógicas. Se usan para representar y categorizar condiciones que se dan sucesivamente para resolver un problema (Rokarch y Maimon, 2010).
- **Clustering (análisis de agrupamiento)**, proceso de agrupación de vectores en base a un criterio, generalmente de distancia o similitud. El objetivo es que vectores de entrada se coloquen de manera que estén más cercanos los que tengan características comunes. Algunos algoritmos son: clustering basados en la conectividad, centroide, la distribución, o la densidad, entre otros.
- **Reglas de asociación**, usadas para identificar hechos que suceden en común en un determinado conjunto de datos.

En cuanto a las herramientas de software para el desarrollo de modelos de minería de datos, cabe destacar: dVeloX de APARA, KXEN, KNIME, Neural Designer, OpenNN, Orange, KEEL, Powerhouse, Quiterian, RapidMiner, R, SPSS Clementine, SAS Enterprise Miner, Weka, STATISTICA Data Miner.

Otra disciplina relevante en el área del análisis de datos es el **Machine learning, Aprendizaje Automático o de Máquinas** (Mitchell, 1997), rama de la inteligencia artificial que consiste en el desarrollo de técnicas que permitan aprender a las máquinas, construyendo programas con la capacidad de generalizar comportamientos a partir de información no estructurada proporcionada en forma de ejemplos, es un proceso de inducción al conocimiento.

Aunque a veces el campo de actuación del machine learning y la estadística coinciden al basarse ambas en el análisis de datos, el primero está más centrado en la complejidad

computacional de los problemas, pudiendo considerarse como un intento de automatización de partes del método científico mediante modelos matemáticos.

El resultado del machine learning es un modelo para la resolución de una determinada tarea. Entre los modelos cabe destacar los siguientes (Flach, 2012):

- **Geométricos**, se construyen en el espacio de instancias y pueden tener desde una hasta múltiples dimensiones.
- **Probabilísticos**, tratan de determinar la distribución de probabilidades descriptora de la función que enlaza los valores de las características con valores determinados.
- **Lógicos**, expresan en forma de árboles de decisión las probabilidades de reglas organizadas.

Los modelos también se agrupan como modelos de agrupamiento (intentan dividir el espacio de instancias en grupos) y de gradiente (representan un gradiente en el que se puede diferenciar cada instancia).

Existen diferentes tipos de algoritmos que se agrupan en una taxonomía teniendo en cuenta la salida de los mismos, algunos son (Flach, 2012):

- **Aprendizaje supervisado**, si el algoritmo produce una función que establece correspondencias entre las entradas y salidas del sistema.
- **Aprendizaje no supervisado**, si el proceso de modelado se realiza sobre el conjunto de ejemplos formado por las entradas del sistema, sin información de las categorías de esos ejemplos, de tal manera que el sistema tiene que tener la capacidad de reconocer patrones para etiquetar las nuevas entradas.
- **Aprendizaje semisupervisado**, combina los aprendizajes anteriores para clasificar adecuadamente, se consideran datos marcados y no marcados.
- **Aprendizaje por refuerzo**, se aprende observando al mundo que le rodea, siendo la información de entrada el feedback del mundo exterior como respuesta a sus acciones, aprendiendo del ensayo-error.
- **Aprendizaje por transducción**, que es similar al supervisado pero no construye explícitamente una función, basándose en los ejemplos de entrada, intenta predecir las categorías de los futuros.
- **Aprendizaje multitarea**, usa el conocimiento aprendido previamente por el sistema para enfrentarse a problemas parecidos a los ya vistos.

Existen diferentes **enfoques en el aprendizaje automático** (Witten y Frank, 2011) como son los árboles de decisión (por ejemplo el desarrollado por Quinlan (1986, 1993) de medir la impureza de la entropía en cada rama, y el basado en el índice de GINI), reglas de asociación (algoritmo a priori, el algoritmo Eclat y el algoritmo de patrón Frecuente), algoritmos genéricos (procesos de búsqueda heurística que simulan la selección natural), redes neuronales artificiales (sistema de enlaces de neuronas que colaboran entre sí para producir un estímulo de salida), máquinas de vectores de soporte (métodos de aprendizaje supervisado usados para clasificación y regresión), clustering o redes bayesianas (modelo acíclico dirigido

que es un modelo probabilístico que representa una serie de variables de azar y sus independencias condicionales a través de un grafo acíclico dirigido).

Con el **aprendizaje automático** se pueden obtener tres tipos de conocimiento: crecimiento (adquirido de lo que nos rodea), reestructuración (con la interpretación de los conocimientos, el individuo razona y genera nuevo conocimiento al cual se le llama de reestructuración) y ajuste (obtenido de generalizar varios conceptos o generando los propios). Las aplicaciones del aprendizaje automático son desde motores de búsqueda, hasta diagnósticos médicos, detección de fraudes, minería de datos, en la economía por ejemplo para análisis de mercado de valores o ciclos económicos, etc.

La **aplicación del Big Data en la educación** puede ser considerada un recurso importante ante las posibilidades que ofrece para analizar, visualizar, entender e incluso, mejorar la educación. El método tradicional de observación en el aula va perdiendo impulso como la forma más efectiva para entender y mejorar el proceso educativo, incorporándose otras opciones como por ejemplo la analítica del Big Data (Salazar, 2016). En este contexto, es importante que los docentes cuenten con competencias y recursos tecnológicos que permitan ofrecer una educación acorde a la realidad actual y necesidades que demandan los estudiantes.

De la analítica Big Data y su integración con las tecnologías, se derivan una serie de métodos que ya se están aplicando en el ámbito educativo, como son el aprendizaje adaptativo (HTTP21) que se basa en la modificación de los contenidos y formas de enseñanza acorde a las necesidades particulares de cada estudiante; la educación basada en competencias (Vázquez, 2001), donde se adapta el proceso de aprendizaje al ritmo y las necesidades de cada estudiante; aula invertida y aprendizaje combinado (Strayer, 2012), basado en el estudio en casa y la práctica en clase; y Gamificación, que consiste en emplear mecánicas de juego en entornos de aprendizaje para estimular el proceso de enseñanza–aprendizaje entre los miembros de una comunidad estudiantil (Moreira y González, 2015).

Para el uso de la **tecnología de Big Bata**, hay una serie de aspectos técnicos que es importante considerar, como son los recursos económicos, de infraestructura o la experiencia que tengan las personas. Así como el software para almacenar, distribuir y procesar datos (por ejemplo con algoritmos especializados). En este sentido, Apache Hadoop, Spark o Flink permiten resolver aspectos importantes como la relación con la ciencia de los datos (data science), proporcionando técnicas para manipular y tratar la información desde un punto de vista estadístico y/o matemático (incorporando herramientas y librerías para el desarrollo, aplicación y ejecución de dichas técnicas aplicadas a Big Data, como Mahout en el entorno de Hadoop y MLlib en el de Spark), procesamiento distribuido, escalabilidad, o ejecutar procesos en paralelo, entre otros. En cuanto a los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) usados para el Big Data, se emplean tanto las SQL (MySQL o Postgres) como las NoSQL (MongoDB, MemcacheDB, CouchDB, Apache Cassandra o HBase).

Otro aspecto a tener en cuenta es el marco ético-legal y generar un entorno seguro y confiable de los datos, del análisis y uso de los mismos, en cualquier proceso que se lleve a cabo (Salazar, 2016).

## 2.2 Interacción Persona Ordenador

En este apartado se va a realizar una revisión de la literatura de la Interacción Persona Ordenador (IPO).

### 2.2.1 Definición

Los sistemas interactivos son dispositivos hardware y software que actúan de interconexión entre las personas, permitiéndoles interactuar, y favoreciendo la realización de tareas y el alcance de los objetivos propuestos (HTTTP12).

Con el desarrollo de los sistemas interactivos, y para tener una mejor comprensión de las relaciones persona-ordenador y mejorarla, surge la interacción persona ordenador (IPO). La IPO, conocida en la comunidad internacional como Human-Computer Interaction (HCI) o Computer-Human Interaction (CHI), según el grupo SIGCHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction, HTTTP22) de ACM: *“Es la disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado”* (Hewett et al. 1992; IPO, 2017).

Se centra en la interacción, más concretamente, en la que se establece entre persona y máquina, en cómo se intercambia la información, diseño y evaluación de sistemas para ser más efectivos, productivos y generar una interacción lo más positiva posible, como por ejemplo, en teléfonos móviles, sistemas de realidad virtual, GPS o reconocimiento de voz (HTTTP12).

La interacción entre persona y ordenador tiene lugar en un contexto social y organizacional, donde se requieren diferentes aplicaciones según los propósitos. La IPO apareció como un ámbito resultante de la mezcla de disciplinas: gráficos por ordenador, sistemas operativos, factores humanos, factores ergonómicos, ingeniería industrial, psicología cognitiva, y la ingeniería informática (Abascal y Garay, 2001; Lorés et al. 2002).

Según la IPO, los sistemas interactivos están formados por tres elementos que son el usuario, el dispositivo y la interfaz de usuario. Uno de los fundamentos de la IPO es que no debe haber un cambio radical en la forma de ser de los usuarios, sino que los sistemas se tienen que diseñar para satisfacer los requisitos del usuario (Lorés et al. 2002). De hecho, Diaper (1989) destaca entre los objetivos de la IPO desarrollar o mejorar la seguridad, utilidad, efectividad, eficiencia y usabilidad de sistemas (hardware, software y todo el entorno) que incluyan computadoras. A su vez, Preece (1994) indica que para hacer sistemas interactivos es importante la comprensión de los factores (psicológicos, ergonómicos, sociales,...) que determinan cómo la gente trabaja y hace uso de los ordenadores y con ello, desarrollar

herramientas y técnicas que ayuden a los diseñadores a conseguir que los sistemas informáticos sean los idóneos según las actividades a las cuales se quieran aplicar, con el objetivo de alcanzar una interacción eficiente, efectiva y segura, a nivel individual y de grupo.

Para la IPO son importantes los conceptos de usabilidad y evaluación, que se verán en los apartados siguientes. La importancia de la IPO hoy en día se refleja en su integración tanto en empresas privadas como en asociaciones que fomentan la disciplina, entre ellas:

- **SIGCHI** (Special Interest Group on Computer-Human Interaction), que es la primera sociedad internacional para profesionales, académicos y estudiantes interesados en la interacción entre persona y ordenador, y organiza eventos y prestigiosas publicaciones (HTTP22).
- **AIPO** (Asociación de Interacción Persona Ordenador), asociación a nivel nacional que intenta promover y difundir el conocimiento de la IPO y servir de vínculo entre los científicos y profesionales que desarrollen actividades en este ámbito. Realiza iniciativas como organización de congresos, cursos de usabilidad, y un libro de introducción a la interacción persona-ordenador entre otros (HTTP9).
- **Interaction**, anteriormente conocido como British HCI-Group, es el más antiguo y grupo nacional más grande de Europa dedicado al HCI. Proporciona una organización para quienes trabajan en el análisis, diseño, implementación y evaluación de tecnologías para uso humano (HTTP23).

Se termina este apartado, haciendo mención a la interacción en lenguaje natural, puesto que este estilo es el que predomina en los Agentes Conversacionales Pedagógicos. El lenguaje natural es la forma que tienen los humanos para comunicarse, puede ser hablada o escrita. Y el procesamiento del lenguaje natural (Mitkov, 2005; Tatar et al. 2013, Clark et al. 2013), es el desarrollo de modelos computacionales para realizar programas que puedan comprenderlo o producirlo (Llisterri y Moure, 1996).

## 2.2.2 Diseño Centrado en el Usuario

Uno de los usos iniciales (Sánchez, 2011) del concepto de Diseño Centrado en el Usuario se realiza en 1986 en el libro "User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction" (Norman y Draper, 1986), que es una recopilación de artículos en relación al diseño de sistemas informáticos, desde el punto de vista de los usuarios.

Posteriormente, Norman, lo hizo popular con su utilización como título del capítulo 7 en su obra: "The Design of Everyday Things" (Norman, 1988), que inicialmente era "The Psychology of Everyday Things": *"The point of "Psychology of Everyday Things" is to advocate a user-centered design, a philosophy based on the needs and interests of the user, with an emphasis on making products usable and understandable."*

En ella Norman establece principios genéricos, que se acercan en gran medida a los de un producto usable, pero no detalla cómo tiene que ser el proceso de diseño (Norman, 1988).

Dichos principios tienen como objetivo hacer:

- Que sea fácil determinar qué acciones son posibles en cada momento.
- Las cosas visibles.
- Que sea sencillo evaluar el estado actual del sistema y seguir las correspondencias naturales entre: intenciones y acciones necesarias, acciones y resultados, e información visible e interpretación del estado del sistema.

En cierta forma, el DCU supone una alternativa a los sistemas más tradicionales de diseño que están dirigidos por las funcionalidades o la tecnología, realizados por expertos que se basan en sus conocimientos, donde las necesidades de los usuarios finales están en un segundo plano, y suelen resultar productos difíciles de entender y/o manejar para éstos.

El diseño centrado en el usuario (DCU) se define como un proceso de diseño de interfaces que concede especial importancia a los objetivos de usabilidad, características, entornos, tareas y flujo de trabajo del usuario en el diseño de una interfaz (Hassan et al. 2004). El DCU para analizar, diseñar y evaluar hardware, software e interfaces web de uso extendido, sigue una serie de métodos y técnicas bien definidas (Henry, 2008). Además, su proceso es iterativo, y el diseño y la evaluación se incorporan en él desde la fase inicial de cada proyecto a través de la implementación (Ortiz et al. 2016).

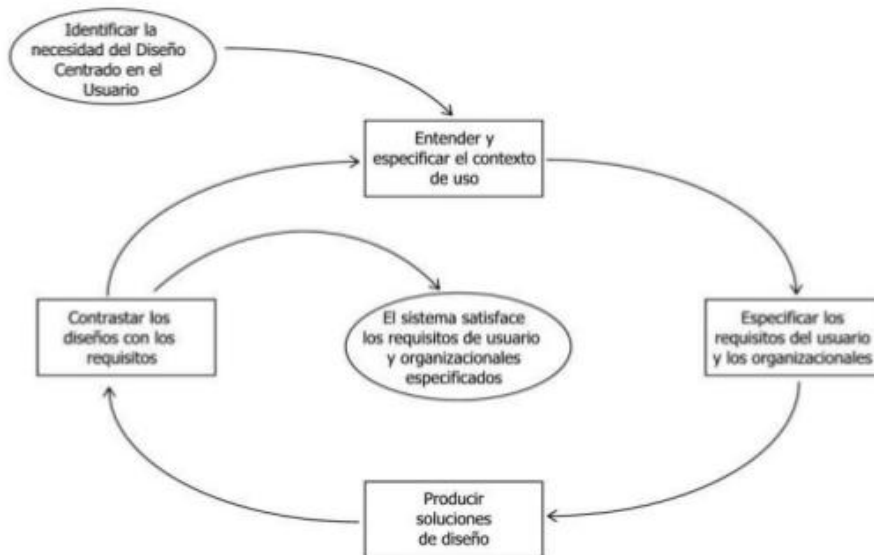
En relación a los estándares internacionales que se han referido al DCU, destaca el ISO 13407:1999 – Human-centered design processes for interactive systems (HTTP26), describiéndolo como una actividad multidisciplinar:

*“[...] a multi-disciplinary activity, which incorporates human factors and ergonomics knowledge and techniques with the objective of enhancing effectiveness and productivity, improving human working conditions, and counteracting the possible adverse effects of use on human health, safety and performance.”*

El estándar ISO 13407:1999 (HTTP26) define cuatro actividades principales que son: entender y especificar el contexto de uso, especificar los requisitos de usuario y de la organización, producir soluciones de diseño y evaluar los diseños en base a los requisitos. Éstas, se tienen que realizar iterativamente, y se tienen que iniciar en las primeras etapas del proyecto, como puede verse en la Figura 2.11.

El ISO al que se hacía referencia previamente, 13407, se ha actualizado y renombrado como ISO 9241-210:2010 - “Ergonomics of human-system interaction”. Part 210: “Human-centered design for interactive systems” (HTTP28). Con ello, se adapta a tendencias más recientes y se integra con otros estándares relacionados (Travis, 2011). Describe una serie de principios que caracterizan al DCU:

- El diseño está basado en una comprensión explícita de usuarios, tareas y entornos.
- Los usuarios se involucran en el diseño y el desarrollo.
- El diseño está dirigido y refinado por evaluaciones centradas en usuarios.
- El proceso es iterativo.
- El diseño está dirigido a toda la experiencia del usuario.
- El equipo de diseño incluye habilidades y perspectivas multidisciplinarias.



**Figura 2.11** Proceso iterativo del DCU según ISO 13407

Además de los estándares, hay otras definiciones de DCU, que, generalmente, complementan las anteriores, como la de Usability Professionals' Association (UPA), que afirma que el DCU es un enfoque del diseño (Sánchez, 2011):

*"[...] an approach to design that grounds the process in information about the people who will use the product. UCD processes focus on users through the planning, design and development of a product".*

Entre los beneficios del DCU se incluye (Costa et al. 2009):

- Reducción de los tiempos de desarrollo y los costes de producción, de uso, de soporte, mantenimiento, formación y documentación.
- Se atraen a más usuarios y amplía la audiencia potencial.
- Se incrementa la eficiencia y productividad de los usuarios, su satisfacción y los ratios de retención, la productividad del desarrollo, las ventas y los ingresos, la facilidad de uso y de aprendizaje, la confianza en el producto, la tasa de éxito y reduce el error en el usuario.
- Los usuarios sienten, en cierta medida, el producto como suyo.
- Los productos son más eficientes, efectivos y seguros, y necesitan menos rediseño, y se integran en el entorno más rápidamente.

A pesar de los beneficios económicos y sociales del DCU, existe cierta resistencia a utilizar los modelos propios de la ingeniería de la usabilidad (Costa et al. 2009). En algunos casos, puede llevar más tiempo, requerir la participación de miembros del equipo de diseño adicionales (como por ejemplo los etnógrafos, expertos en usabilidad) y un rango amplio de partes interesadas, resultar difícil la traducción de algunos datos en el diseño, etc. O el producto puede ser demasiado específico para un uso más general, por lo tanto no es fácilmente transferible a otros clientes, por lo que podría resultar más costoso.

Para Abras et al. (2004) la principal ventaja del DCU es que involucrando al usuario en el proceso, se consigue una comprensión detallada de los factores psicológicos, organizativos, sociales y ergonómicos que afectan el uso de la tecnología, con lo que el producto será adecuado para el propósito al que va destinado en el entorno en el que se utilizará. Además, permite a los diseñadores gestionar las expectativas de los usuarios. Todo ello, conlleva el desarrollo de productos que más eficaces, eficientes y seguros. Así como a una sensación de propiedad del producto final por parte del usuario (Preece, 1994). Mientras que señala como principal desventaja los costes. No obstante, indica que en general, los equipos de diseño centrados en el usuario se benefician al incluir a personas de diferentes disciplinas, especialmente psicólogos, sociólogos y antropólogos, cuyo trabajo es comprender las necesidades de los usuarios y comunicarlas a los desarrolladores técnicos del equipo.

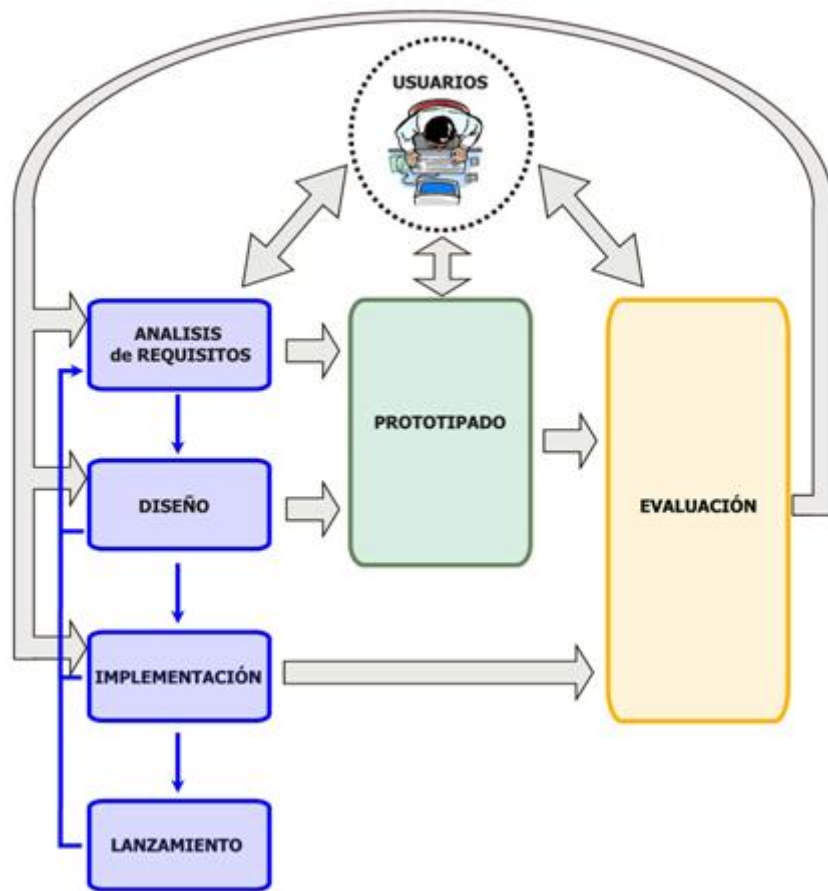


Figura 2.12 Fases del DCU (Lorés et al. 2002)

### Principios

Como ya se ha comentado, el diseño debe basarse en el usuario, y en este sentido, tiene una serie de principios:

1. El usuario tiene que poder controlar la situación.
2. Es necesario un planteamiento directo.
3. La consistencia es fundamental.



4. Posibilitar la recuperación de los errores.
5. Retroalimentación adecuada por el sistema.
6. Cuidar la estética.
7. El diseño se tiene que ser simple.
8. Es fundamental seguir una rigurosa metodología de diseño.
9. El equipo de diseño debe ser equilibrado.

El proceso del DCU, tiene las siguientes Figura 2.12 (Lorés et al. 2002):

### **Análisis de requisitos**

En la fase de requisitos se establece qué tiene que hacer el sistema, y cómo debe realizarlo. Generalmente, suelen ser de tipo funcional (describiendo una funcionalidad o servicio del sistema), o no funcionales (normalmente hacen alusión al proceso de desarrollo o a restricciones del sistema). El análisis de requisitos incluye una serie de actividades, que son:

- **Análisis etnográfico:** Se analiza el modo de vida de un grupo de individuos mediante observación y descripción del comportamiento. Para hacer interpretaciones correctas y conocer el contexto es importante adentrarse en el grupo.
- **Perfil de usuario:** Conocer las características de los usuarios potenciales.
- **Análisis contextual de tareas:** Se analizan las tareas actuales de los usuarios y cómo se realizan para determinar y entender sus objetivos.
- **Actores:** Supone la identificación de los tipos de actores que interactúan con el sistema.
- **Roles:** Se refiere a clases de actores, pudiendo tener un actor más de un rol, y en un rol estar involucrado más de un actor. Tienen asignados subconjuntos de tareas.
- **Organización:** hace alusión, dentro del contexto de tareas, a la relación entre actores y roles.
- **Objetos:** cosas físicas o conceptuales importantes en el trabajo.
- **Plataforma tecnológica** que albergará el producto.
- **Perfil del entorno** en el que se trabaja.
- **Objetivos de la usabilidad,** buscando que los sistemas interactivos sean fáciles de aprender, agradables a los usuarios y efectivos.
- **Objetivos de aplicación,** es importante considerar los requisitos funcionales y no funcionales.

### **Diseño**

El diálogo con usuario adquiere gran importancia en los sistemas interactivos. Los usuarios se comunican con el sistema por medio de la interfaz. Por tanto, ésta determinará la impresión y percepción de la experiencia del usuario con la aplicación (Thimbleby, 1990).

De esta manera, debe ser considerado desde el inicio el diseño de dichos sistemas, y con ello su interfaz o cómo serán las interacciones. Así como desarrollar las especificaciones funcionales que sirvan de guía al diseño posterior. Las actividades son:

- **Análisis de tareas**, es decir, cómo las personas realizan sus trabajos (Dix, 1993).
- **Modelo conceptual**, donde se llevan a cabo opciones de diseño iniciales con información recogida en la fase previa (Liddle, 1996; Preece et al. 2002; Sharp et al. 2007).
- **Definición de estilos**, que incluye estándares generales (principios y guías para intentar mejorar la eficiencia del usuario) y particulares (aspectos particulares del cliente final), metáforas (consiste en asemejar conceptos abstractos a formas o términos más entendibles por el usuario) o colores.
- **Diseño detallado**, intentando conseguir una versión similar en detalles a la versión de software definitiva.

### **Prototipo**

Los prototipos permiten responder a preguntas y son de utilidad para los diseñadores en la elección entre varias alternativas. Abarca el conjunto de herramientas que posibilita realizar simulaciones a los diseñadores de sistemas. Se intenta proponer modelos que sean lo más usables posible, de la forma que mejor se considere que puede conseguirse. Es por ello que los diseñadores no tienen pautas establecidas sobre el uso de técnicas para simular el funcionamiento o el número de prototipos a realizar.

Las actividades, entendidas como herramientas o técnicas para realizar el prototipado de una parte del sistema, son: maquetas, escenarios, prototipos en papel, storyboards (reflejan la evolución de la situación del usuario durante su interacción con el sistema, suelen ser sketches o viñetas), herramientas de diagramación, vídeos o prototipos software.

### **Evaluación**

Con el objetivo de comprobar de forma previa el funcionamiento del sistema, se evalúan los prototipos. Esto permite involucrar al usuario en el desarrollo y realizar una evaluación del producto en las primeras fases del diseño. Existen una serie de métodos para evaluar la usabilidad que son de inspección, de indagación y test. A ellos se hará referencia en el apartado de evaluación 2.2.4.

### **Implementación**

Esta fase abarca la codificación de la aplicación que hasta este punto se ha ido construyendo.

Sirva como dato que en esta fase comienzan muchos proyectos interactivos que se desarrollan, que no tienen en consideración aspectos relacionados con los usuarios, a los que se acaba de hacer alusión y que son de gran importancia.

### **Lanzamiento**

En esta fase se pone de manifiesto si el producto cumple con los requisitos pedidos. El éxito del producto va a depender de la comodidad del usuario con el sistema y que los responsables obtengan los resultados esperados.

El proceso seguido es de vital importancia, el hecho de haberlo centrado en los usuarios, involucrándoles en el proceso, supondrá que en parte se sientan responsables de dicho diseño, evitando la carga cognitiva y de aprendizaje, porque todo ha sido evaluado por

ellos. Es importante conocer las impresiones del usuario una vez que lo hayan usado (Mayhew, 1999). Esto podrá emplearse para mejoras y cambios, volviendo el producto otra vez a la fase de testeo por parte del usuario hasta tener una satisfacción total.

Al haber seguido el DCU podría no ser necesaria esta etapa, sin embargo, Mayhew (1999) señala una serie de razones para hacerla: proporcionar una entrada para el mantenimiento y posibles mejoras del producto, para la implementación de futuras revisiones del producto, para el diseño y desarrollo de productos relacionados, que serán utilizados por los mismos usuarios o de características similares, e incrementar el auto aprendizaje en cuanto a la usabilidad.

### 2.2.3 Usabilidad

La usabilidad, como se mencionaba al inicio de este apartado, según Diaper (1989) forma parte de los objetivos a cumplir en los sistemas interactivos según la IPO. La usabilidad ha sido definida por algunos estándares:

ISO/IEC 9126:2001 (HTTP27): *“La usabilidad se refiere a la capacidad del producto software para ser comprendido, aprendido, usado, atractivo y conforme a las reglamentaciones y guías de la usabilidad.”* En ella, se enfatizan los atributos internos y externos del producto, que contribuyen a su funcionalidad y eficiencia. Además, la usabilidad, a parte del producto, depende del usuario, por lo que no se puede valorar un producto aisladamente (Bevan y Macleod, 1994), ya que dependerá del contexto de uso y de usuarios concretos.

ISO 9241-11:1998 (HTTP32) Ergonomics of Human System Interaction: *“La medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado.”* Esta definición se centra en el concepto de calidad en el uso, en cómo el usuario realiza tareas específicas en escenarios específicos con efectividad.

Los principios generales que pueden ser aplicados a un sistema interactivo con el objetivo de mejorar la usabilidad son (Dix, 1993; Lorés et al. 2002):

1. **Facilidad de aprendizaje:** Emplear el menor tiempo posible en el uso productivo de una aplicación que no se conocía, así como el de ayuda en las sesiones de aprendizaje. Dotar de ayuda a usuarios intermedios, es decir, permitir que usuarios primerizos comprendan el uso de un sistema interactivo, llegando a un nivel de conocimiento y uso máximo, a partir de esa utilización. Un sistema que sea fácil de aprender tiene que ser:
  - **Predecible**, pudiendo usar los conocimientos adquiridos por el usuario en sus interacciones previas para poder determinar los resultados de sus futuras interacciones con el sistema.
  - **Sintetizable**, pudiendo el usuario evaluar el efecto que tiene en el estado actual las operaciones anteriores.

- **Familiar de un sistema**, hace referencia a la correlación existente entre conocimientos que posee el usuario (experiencia obtenida mediante la interacción en el mundo real y con otros sistemas informáticos), y los conocimientos requeridos para la interacción de un sistema nuevo.
2. **Consistencia:** Un sistema es consistente si los mecanismos empleados siempre que se utiliza, se usan de la misma manera, independientemente del momento en el que se haga. Ante el entorno tan cambiante, en ocasiones es difícil de mantener, sin embargo, es importante intentar conservarla, y que el usuario pueda utilizar nuevas posibilidades interactivas sin perder las que ya conocía. Algunas de las recomendaciones para diseñar sistemas consistentes:
    - Seguir guías de estilos.
    - Un diseño gráfico, capa decorativa común.
    - Evitar hacer modificaciones, salvo que sea necesario.
    - No cambiar las técnicas conocidas, sino añadir otras nuevas al conjunto preexistente.
  3. **Flexibilidad:** Hace referencia a la multiplicidad de formas en las que se intercambia información entre el usuario y el sistema. Los parámetros usados para medir flexibilidad son:
    - **Control de usuario**, permite a los usuarios conducir la interacción, no estar forzados a trabajar para la aplicación, y les hace inteligentes de tal manera que les resulte obvio cómo proceder.
    - **Migración de tareas**, está relacionada con la transferencia de control entre el usuario y el sistema, concretamente a que deben ser capaces de pasar de una tarea a otra siendo internas o compartidas entre ellos.
    - **Capacidad de sustitución**, posibilidad que puedan sustituirse valores equivalentes.
    - **Adaptabilidad**, se refiere a la adecuación automática de la interfaz al sistema.
  4. **Robustez:** Se refiere a la cobertura de las características que permiten cumplir sus objetivos y su asesoramiento.
  5. **Recuperabilidad:** Es la facilidad otorgada por la aplicación al usuario para solucionar una acción una vez reconocido un error.
  6. **Tiempo de respuesta:** Es el tiempo necesario por el sistema para expresar los cambios de estado al usuario.
  7. **Adecuación de las tareas:** Se refiere al grado en que los servicios del sistema soportan todas las tareas que el usuario quiere hacer y la manera en que éstas las comprenden.
  8. **Disminución de la carga cognitiva:** Hace referencia a que los usuarios tienen que confiar más en los reconocimientos que en los recuerdos, y no tienen que recordar aspectos complejos.

Además, cabe destacar una serie de reglas generales, conocidas como las “10 reglas heurísticas de usabilidad de Nielsen”, que fueron diseñadas a partir del estudio de 249 problemas de usabilidad, con el objetivo de identificar posibles problemas de usabilidad (Nielsen, 1995):

1. **Visibilidad del estado del sistema:** el sistema siempre debería mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo, a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.
2. **Relación entre el sistema y el mundo real:** el sistema debería usar el lenguaje de los usuarios (palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario) en vez de términos relacionados con el sistema. Seguir las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad del usuario:** cuando los usuarios elijan funciones del sistema por error, necesitarán una “salida de emergencia” marcada para salir del estado no deseado al que accedieron, sin tener que pasar por una serie de pasos. Se deben facilitar las funciones de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y estándares:** los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa. Seguir las convenciones establecidas.
5. **Prevención de errores:** es importante realizar un diseño que prevenga la ocurrencia de problemas, más que un buen diseño de mensajes de error.
6. **Reconocimiento antes que recuerdo:** es importante dar visibilidad a objetos, acciones y opciones, de tal manera que el usuario no tenga que recordar la información que se le da en una parte del proceso, para seguir adelante. Las instrucciones para el uso del sistema deben estar a la vista o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** la presencia de aceleradores, que no son vistos por los usuarios novatos, puede ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos. Se debe permitir que los usuarios adapten el sistema para usos frecuentes.
8. **Estética y diseño minimalista:** los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada. Puesto que las unidades extra de información en un diálogo, compiten con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad relativa.
9. **Ayudar a los usuarios** a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.
10. **Ayuda y documentación:** aunque el uso del sistema sea fácil, podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Ésta debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa.

#### 2.2.4 Evaluación

Constantemente se presenta la situación en la que se diseñan productos que no se prueban con quienes van a ser los usuarios, sin prestar atención por tanto a la usabilidad de los productos y el software, como a las pruebas con usuarios. Los motivos suelen ser los costes y cambios que pueda suponer dicha evaluación. Se centran los esfuerzos y atención en la funcionalidad, y se tiene el pensamiento de que si quienes diseñan y programan, pueden usar el sistema y les gusta, es suficiente (Granollers et al. 2012).

Evaluar algo implica hacer pruebas de funcionamiento y comprobar si cumple las expectativas, necesidades y requisitos. En el ámbito de los sistemas interactivos es clave y es importante que se realice durante todo el proceso de desarrollo. Los resultados de ello, obtenidos mediante la aplicación de una serie de técnicas, se pueden emplear para mejorar los sistemas. Lorés et al. (2002) define la evaluación como “*La actividad que comprende un conjunto de metodologías y técnicas que analizan la usabilidad y/o la accesibilidad de un sistema interactivo en diferentes etapas del ciclo de vida del software*”.

Como se mencionó en el apartado de 2.2.2 del DCU, los prototipos se hacen para comprobar si el sistema reúne características que lo hagan usable para los usuarios finales. La evaluación del diseño conlleva comprobar si se adapta a lo esperado, permitiendo realizar las tareas, y comprobar el impacto en el usuario en aspectos como la facilidad de aprendizaje, manejabilidad, identificación de áreas que necesiten que sea recordada gran cantidad de información, etc. Con ello se identifican posibles problemas específicos del diseño, como todo aquello que cause resultados no esperados o confusos al usuario estando en su contexto de uso (Saltiveri, 2007). Según Dix (1993) los objetivos de la evaluación son la comprobación de la funcionalidad del sistema, del efecto de la interfaz y la identificación de problemas específicos del sistema.

Los sistemas interactivos pueden ser evaluados en cualquier contexto que lo permita, donde se reúnan usuarios y evaluadores, desde espacios equipados como laboratorios, salas de reuniones o hasta en el entorno en el que los usuarios desarrollan sus tareas.

El abanico de métodos de para evaluar los diferentes aspectos es muy amplio, existiendo solapamiento entre algunos de ellos en cuanto a las actividades que desarrollan, no son independientes (Rodeiro, 2001). La elección de unos u otros depende de los costes y lo que se obtendrá con su uso. Considerando estos criterios pueden clasificarse según el lugar de realización, la técnica, automatización y quién interviene. Cada criterio se describe a continuación.

**En función del lugar de realización**, se distinguen los realizados en:

- **Laboratorio**, suele emplearse para comprobar algunos aspectos sin necesitar ayuda de los usuarios. Pero para estudios particulares, se puede llevar a usuarios. Entre sus ventajas se encuentra, que los usuarios pueden trabajar sin interrupciones y que pueden explorar aspectos muy precisos por que tienen equipos sofisticados. Los inconvenientes son que no reproduce el contexto de la interacción.
- En el **entorno natural** o habitual del escenario donde se realizan las tareas a evaluar, siendo el lugar de interacción habitual del usuario. Esta es la manera más realista de ver como los usuarios realizan sus tareas, manifestándose aspectos no recogidos anteriormente, por lo que mejora el análisis de requisitos.
- **Testing remoto de usabilidad**, permite obtener información sobre los usuarios cuando los presupuestos de viaje son pequeños, los plazos son escasos o los participantes en las pruebas son difíciles de encontrar.

En cuanto al tipo de técnica de comprobación utilizada, se distinguen:

- **Métodos de inspección:** Agrupa una serie de métodos que cuentan con expertos, llamados evaluadores, que explican el grado de usabilidad de un sistema. Se basan en la inspección de aspectos de la interfaz del sistema relacionados con la usabilidad ofrecida a los usuarios. Se considera opiniones, juicios o informes de los inspectores sobre elementos específicos de la interfaz como factor fundamental de la evaluación (Nielsen, 1994). Permiten identificar, clasificar y contabilizar un gran número de errores potenciales de usabilidad a precio relativamente bajo, contribuyendo a ello el hecho de no usar usuarios (Nielsen, 1994; Bias y Mayhew, 1991).
- **Métodos de indagación.** Consiste en alcanzar el conocimiento de una cosa mediante conjeturas y señales. Se llevan a cabo, hablando con los usuarios, observándolos, usando el sistema en tiempo real y observando las respuestas a preguntas, ya sea orales o escritas. La información sobre gustos del usuario, necesidades o identificación de requisitos es importante, especialmente en fases tempranas del proceso de desarrollo.
- **Métodos de test:** En ellos usuarios, normalmente representativos, usan el sistema o prototipo para tareas concretas. Los evaluadores usan los resultados para saber la forma en la que la interfaz de usuario da soporte a los usuarios con sus tareas.

En cuanto a la automatización, se diferencian:

- **Automáticos,** que tienen mecanismos software y hardware que facilitan la comprobación de aspectos validar. Suelen realizarse con gran rapidez y los resultados no tienen apreciaciones subjetivas porque proceden de los mismos parámetros, por ello son métodos muy eficientes. Además, se pueden realizar test remotamente (Bartek y Cheatham, 2003; Dray y Siegel, 2004). Su inconveniente es que no pueden emplearse en fases tempranas del ciclo de vida de desarrollo, sino que se basan en sistemas acabados o versiones de lanzamiento.
- **Manuales,** se pueden realizar en cualquier etapa del desarrollo y con cualquier tipo de prototipo, evaluando aspectos que se salen de la pauta general.

En función de quién interviene (tipo de participantes en la evaluación), se diferencian métodos:

- **Con usuarios y/o implicados:** Intervienen usuarios representativos en la evaluación del sistema, incluso también otras personas implicadas, aunque no sean usuarios finales. La implicación de los usuarios en el proceso de diseño, hace que sean muy positivos, pero su dificultad reside, en ocasiones, en encontrar usuarios.
- **Sin usuarios y/o implicados:** Únicamente los hacen expertos, para ello emplean guiones, pautas o documentos que permiten hacer un seguimiento del comportamiento de los usuarios en el uso del sistema. Son más rápidos y permiten

detectar errores funcionales, de consistencia, pero se pierde mucha información al no involucrar a los usuarios.

## Métodos de Inspección

### **Evaluación heurística**

Los métodos de evaluación por inspección como la evaluación heurística, que inicialmente fueron propuestas por (Molich y Nielsen, 1990), son técnicas que no requieren la participación de usuarios, por lo que son más económicas (Hassan-Montero y Ortega-Santamaría, 2009).

En el diseño son los expertos quienes lo inspeccionan y analizan buscando problemas potenciales, comprobando los requisitos que tiene que cumplir el diseño para facilitar la comprensión y el uso por el usuario final, en definitiva, los principios de diseño usable. En relación a los expertos, es aconsejable que sean 3-5, con menos quedarían problemas por detectar, y con más supondría un coste de la evaluación sin resultados que lo justifiquen (Nielsen, 1994). Además, cuanto más experiencia se tenga será más fácil que detecten más problemas (González et al. 2006; Lorés et al. 2002). Cada uno de ellos, analizará independientemente el diseño, informando de los problemas que se detecten. Finalmente, se pondrán en común y hará un informe conjunto (HTTP24).

Diversos autores han propuesto reglas de diseño que pueden emplearse como heurísticas (las 10 reglas heurísticas de usabilidad de Nielsen (1995), las ocho reglas de oro de Schneiderman (1986), o Tognazzini (2003)). Otros ofrecen guías formadas por criterios heurísticos más específicos, más fáciles de aplicar por evaluadores que no son expertos. Además, existen diversos casos prácticos de aplicación de evaluación heurística que pueden ser consultados (Marcos, 2006; García-Gómez, 2008; Candamil-Llano y Guevara-Hurtado, 2009).

La evaluación heurística puede realizarse en cualquier momento del ciclo de desarrollo del proyecto (antes de las pruebas de usuarios es un buen momento), y dependiendo de cuando sea, los principios o criterios a comprobar podrían variar. En relación a las limitaciones y problemas (González et al. 2006):

- Detecta más problemas menores de usabilidad, detecta menos problemas mayores que otras metodologías, por lo que no sustituye a la realización del test de usuarios.
- Puede reportar alarmas falsas, identificando como problema algo que no lo es.
- Para que ofrezca resultados importantes es necesario que participen varios evaluadores.



### **Recorrido Cognitivo**

Se centra en evaluar, principalmente por exploración, la facilidad de aprendizaje en un diseño bajo la premisa de que gran cantidad de usuarios prefieren el aprendizaje de software mediante la explotación de sus posibilidades (Wharton, 1992; Wharton et al. 1994). Los pasos del método son los siguientes:

1. *Definición de datos que se necesitan para el recorrido.* Se tienen que identificar y documentar las características de los usuarios, se describirá el prototipo a usar en la evaluación, y se enumerarán las tareas concretas a desarrollar.
2. *Recorrer las acciones a las que se hizo referencia.* Los evaluadores hacen las tareas siguiendo los pasos especificados y empleando el prototipo detallado, comprobando si es adecuado para los usuarios. La revisión realizada en cada tarea tiene que ser muy detallada en cada una de las acciones que la completan, intentando el evaluador responder a una serie de preguntas como son las siguientes (Dix et al. 1998):
  - a. Si son adecuadas las acciones disponibles acorde a la experiencia y conocimiento del usuario.
  - b. Si los usuarios perciben o no si está disponible la acción correcta, lo que está relacionado con la visibilidad, si está presente, y comprensibilidad de las mismas.
  - c. Si asociarán la acción correcta al efecto que se alcanza, una vez encontrada la acción en el sistema.
  - d. Si los usuarios entenderán la retroalimentación del sistema cuando hayan realizado la acción, independientemente de si se realizó con éxito o no.
3. *Documentar los resultados.* Para ello, el evaluador tendrá que tomar nota de las respuestas del sistema para cada acción. Así como incluir un anexo llamado Usability Problem Report Sheet (Dix et al. 1998) en el que se detallen los aspectos negativos de la evaluación. Esta técnica, aunque es idónea para la fase de diseño, puede ser aplicada en las demás fases.

### **Inspección de estándares**

Se hace necesario un evaluador experto en los estándares que se quieran evaluar (definido en la fase de requisitos), que inspeccionará detalladamente si se cumplen con los puntos definidos en el estándar establecido (Wixon et al. 1994).

Un estándar es una regla, recomendación o requisito que se basa en principios probados y en la práctica, y representa un acuerdo de un grupo de profesionales que están autorizados oficialmente a nivel local, nacional o internacional (Smith, 1996). Cabe destacar en palabras de Norman que *“los estándares son para siempre, porque una vez establecidos simplifican y dominan las vidas de millones, incluso billones de personas”* y que *“con el tiempo los costes descienden, mientras que los estándares permanecen”* (Norman, 1995).

Existen tres tipos de estándares:

- Oficiales o “de jure” que han sido aprobados y sancionados por un organismo oficial de estandarización. Destacan:
  - A nivel nacional: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), es el organismo nacional de normalización que elabora normas técnicas españolas (HTTP11).
  - A nivel europeo el Comité Europeo de Normalización (CEN) (HTTP15).
  - A nivel internacional, la Organización Internacional de Estandarización (ISO) compuesta por representantes de los organismos de normalización (ON's) nacionales, que produce normas internacionales industriales y comerciales. Dichas normas se conocen como normas ISO (ISO, 2017). Y la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC).
  - Americanos, el Instituto Nacional Americano para Estándares (American National Standards Institute, ANSI), la sección Standards Association del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Americano (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)
- “De facto”, son promulgados por comités guiados por una entidad, organismo o compañía, tienen una amplia aceptación y su uso es por voluntad propia o conveniencia. Llegan a tener un uso muy generalizado, su definición está en manuales, libros, o artículos y técnicamente son muy valiosos y utilizados.
- Propietarios de una corporación o entidad.

## Métodos de indagación

### **Observación de Campo**

El objetivo principal es entender cómo los usuarios de los sistemas interactivos llevan a cabo sus tareas, concretamente, las acciones que realizan durante las mismas con el objetivo de registrar toda la actividad que tiene que ver con la tarea y el contexto de su realización. Así como entender los modelos mentales que tienen los usuarios de las tareas. Para llevar a cabo una observación de campo se suele visitar el lugar de trabajo en el que se realizan las actividades y los usuarios representativos a observar (Nielsen, 1993).

Es importante que las visitas de campo se preparen previamente. Seleccionando una variedad de usuarios, aprovechando el tiempo y la información a recoger lo máximo posible, centrándose en observar, ya que el análisis puede realizarse en otro momento.

El método consiste, por un lado, en la observación de todo lo que acontece en el lugar de acción, es decir, de qué manera lo hacen, objetos empleados, forma en que los usan, para qué, dónde se localizan, secuencia de acciones, con quién hablan, orden, la finalidad, etc. Y por otro, opcionalmente, se puede preguntar o entrevistar a los usuarios sobre su trabajo con el objetivo de completar la información registrada durante la observación. Cabe destacar que en

ocasiones algunos usuarios cambian sus hábitos al ser observados, negarse a ello e incluso resulta una obstrucción la observación.

La realización de este método es más adecuada durante el análisis de requisitos, porque es cuando se necesita tener conocimiento del contexto o las personas para poder recoger requisitos necesarios para el diseño del sistema.

Mientras que la técnica de análisis más adecuada para su realización es el análisis etnográfico, que trata de estudiar y describir científicamente a los usuarios de una sociedad y cultura específica, su conducta, el comportamiento, las creencias y las acciones. El investigador convive con ellos para comprender y descubrir el ámbito sociocultural en el que están inmersos, y su comportamiento, basándose en su experiencia (Norman, 2000; Millen, 2000; Dourish, 2006).

### ***Grupo de Discusión Dirigido (Focus Group)***

Es una técnica de recogida de datos en la que se reúnen de 6 a 9 personas, que suelen ser usuarios representativos e implicados, para discutir aspectos relacionados con el sistema. Permite capturar reacciones e ideas de los usuarios que surgen con espontaneidad. Entre ellos, habrá un evaluador experto en usabilidad (dependiendo del objetivo de la evaluación) que realiza la función de moderador (Nielsen, 1993).

Este moderador, de forma previa, preparará la lista de aspectos a discutir, recogerá información que necesita de la discusión, así como los objetivos a conseguir; localizará a los usuarios representativos; y, dejará que la discusión evolucione con libertad, pero siguiendo el esquema planteado, intentando que todos los usuarios participen. Finalmente, hará un informe escrito con los resultados y las conclusiones del debate. Pueden presentarse situaciones como la obtención de resultados no representativos o que se haya dedicado mucho tiempo a aspectos menores. Es deseable que el moderador tenga habilidades comunicativas y dinamizadoras, para dirigir la sesión y hacer frente a imprevistos que pudieran surgir. El método puede ser aplicado en cualquier fase del ciclo de vida del proceso de software, aunque en el que más se ha aplicado es en el de lanzamiento.

### ***Entrevistas***

La observación del comportamiento de los usuarios permite obtener información muy valiosa (Hassan-Montero y Ortega-Santamaría, 2009). Permite descubrir deseos, motivaciones, impresiones, actitudes, valores y experiencias de nuestros usuarios, siendo de importancia para describir aspectos cualitativos (Kuniavsky, 2003) o incluso ayudar a encontrar problemas no previstos en el diseño.

El entrevistador tiene que ser neutral, sin condicionar respuestas. La entrevista a diferencia de un focus group consiste en una conversación en la que uno o varios usuarios reales del sistema responden preguntas que guardan relación con el sistema, que el entrevistador (evaluador) les va haciendo, mientras éste toma nota para poder obtener

conclusiones finales. La entrevista supone una forma directa de recoger información, preguntando a los usuarios acerca de su experiencia en un sistema (Alreck y Settle, 1994).

Las entrevistas pueden ser estructuradas (mayor rigidez del evaluador en el seguimiento del patrón establecido) o abiertas (más libertad de expresarse). Las entrevistas para ser lo más efectivas posibles deben estar preparadas de forma previa, pudiendo incluso ser adaptadas al contexto o al entrevistado para obtener el máximo beneficio. Esta técnica, puede ser usada en cualquier etapa del ciclo de vida del desarrollo del producto software. Suelen usarse con frecuencia para evaluar el sistema cuando ha sido puesto en marcha, para conocer la satisfacción del usuario con el producto.

### ***Cuestionarios***

Un cuestionario es una lista de preguntas sobre algún tema con el objetivo de que alguien las responda. Aplicado a la evaluación de sistemas interactivos, se refiere a listas de preguntas que el evaluador distribuye entre usuarios y/o implicados para que las rellenen, con el objetivo de recolectar información a partir de sus respuestas, y con ello, que el evaluador pueda extraer conclusiones. Suele distribuirse en formato escrito. Hay varios tipos de preguntas:

- De carácter general, que ayudan a determinar el perfil del usuario y el lugar que ocupa en la población objeto de estudio (edad, sexo, estudios, etc.).
- Pregunta abierta, sirven para recoger información general subjetiva.
- Pregunta escalar (punto específico en una escala numérica).
- Opción múltiple, donde se ofrecen varias opciones y se tiene que responder a una o varias.
- Preguntas ordenadas, en las que hay que ordenar una serie de opciones.

En ocasiones el uso de cuestionarios puede tener como finalidad conseguir tareas que el evaluador ha considerado oportuno realizar para medir aspectos interactivos del sistema. En estos casos es de utilidad la división del cuestionario en tres partes:

- Pre-tarea, en esta sección las preguntas suelen ser generales sobre ciertas habilidades del usuario.
- Post-tarea, sección a realizar tantas veces como tareas tenga que realizar el usuario.
- Post-test, que recogerá aspectos generales sobre la percepción del usuario una vez ha conseguido las diferentes tareas planteadas.

### ***Grabación o registro del uso (logging)***

Análisis de logs o logging, consiste en registrar todas las actividades realizadas por el usuario con el sistema, así como estadísticas del uso, para su posterior análisis. Esto suele pasar desapercibido para el usuario. Son útiles porque reflejan el trabajo real de los usuarios y permite recoger automáticamente datos de muchos usuarios que trabajan bajo diversas circunstancias (Paganelli y Paternò, 2002).

El método es económico, ya que pueden ser analizadas las acciones de un número elevado de usuarios al mismo coste. No es necesaria la presencia física de los usuarios. Puede realizarse de forma remota, evaluar gran cantidad de datos de infinidad de usuarios sin desplazarse a su lugar de procedencia y en su entorno habitual (hará que serán más reales). Además, los datos suelen tener un formato estándar que facilita la comparación de datos según diferentes criterios. Los resultados son instantáneos. Es especialmente indicado para sitios web, detectando el verdadero uso del sitio, abarcando todo el proceso de interacción, incluyendo todos los comportamientos y datos intermedios del usuario y la aplicación. Pudiendo usarse los datos y estadísticas obtenidas para optimizaciones, mejoras, prevención de errores o uso de la ayuda entre otros. Esta técnica se puede usar en las etapas de prueba de versiones avanzadas del sistema o para el rediseño de aplicaciones existentes.

## Métodos de test

### ***Pensando en voz alta (thinking aloud)***

Este método, descrito por Nielsen (1993), consiste en que los usuarios expresen individualmente y en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto, mientras interactúan con el sistema o un prototipo del mismo. Es eficaz para capturar aspectos relacionados con las actividades cognitivas de los usuarios del sistema evaluado.

Para llevarse a cabo el método, se proporciona a los usuarios el prototipo que tienen que probar junto con un conjunto de tareas a realizar. Se les indica que hagan las tareas y expliquen en voz alta qué es lo que piensan mientras trabajan con la interfaz, incluyendo la descripción de qué es lo que creen que está pasando, por qué toman una u otra acción, así como lo que están intentando realizar. Esto permite a los evaluadores comprender la aproximación de usuario al objetivo y las consideraciones que tiene en mente cuando la usa. Además, este puede expresar que la secuencia de etapas que le dicta el producto para realizar el objetivo de su tarea es diferente a la que se esperaba.

Este método conlleva una serie de ventajas e inconvenientes. Entre las primeras destaca la

- La posibilidad de obtener una mejor comprensión del modelo mental del usuario y la interacción con el producto.
- Tener un conocimiento de la terminología usada por el usuario para expresar una idea o función que debería ir incorporada en el diseño del producto o en su documentación.
- Simplicidad, ya que necesita poca experiencia para realizarse y puede aportar ideas de gran utilidad sobre problemas (Dix, 1993).
- Permite observar el uso del sistema.
- Puede llevarse a cabo en todas las fases del ciclo de vida y con cualquier tipo de prototipo.

- Es económico.

Entre los inconvenientes cabe destacar que la información que se proporciona va a depender de las tareas seleccionadas, por lo que es subjetiva y selectiva. Además, el hecho de que los usuarios sean observados, puede hacer que se altere la forma en la que hacen sus tareas.

### ***Interacción constructiva***

Este método es una variante del método “thinking aloud”. Se diferencia en que se tienen dos usuarios realizando el test al mismo tiempo. Las expresiones de ambos hacen que sea más natural. Sin embargo, puede darse la circunstancia de que el test se vea dificultado por que los usuarios tengan diferentes estrategias de aprendizaje.

### ***Método del conductor***

En este método se conduce al usuario en la dirección correcta en el uso del sistema, pudiendo éste preguntar al evaluador cualquier aspecto relacionado por el sistema. De tal manera, que centrado en el usuario inexperto, pretende descubrir qué necesidades de información demandan los usuarios, buscando proporcionar un mejor entrenamiento y documentación. Así como un posible rediseño de la interfaz de tal forma que se evite la necesidad de preguntas (Mack y Robinson, 1992).

### ***Medida de las prestaciones***

Este método se basa en tomar medidas sobre el rendimiento y otros tipos de aspectos subjetivos que afecten la usabilidad del sistema. Es importante la comprensión de lo que se pretende medir, se pueden seleccionar:

- Medidas de rendimiento, son medidas cualitativas, se puede contar las acciones, los comportamientos, número de personas, de errores, etc.
- Medidas subjetivas, es decir, percepciones de las personas, opiniones y juicios. Pueden ser cuantitativas o cualitativas.

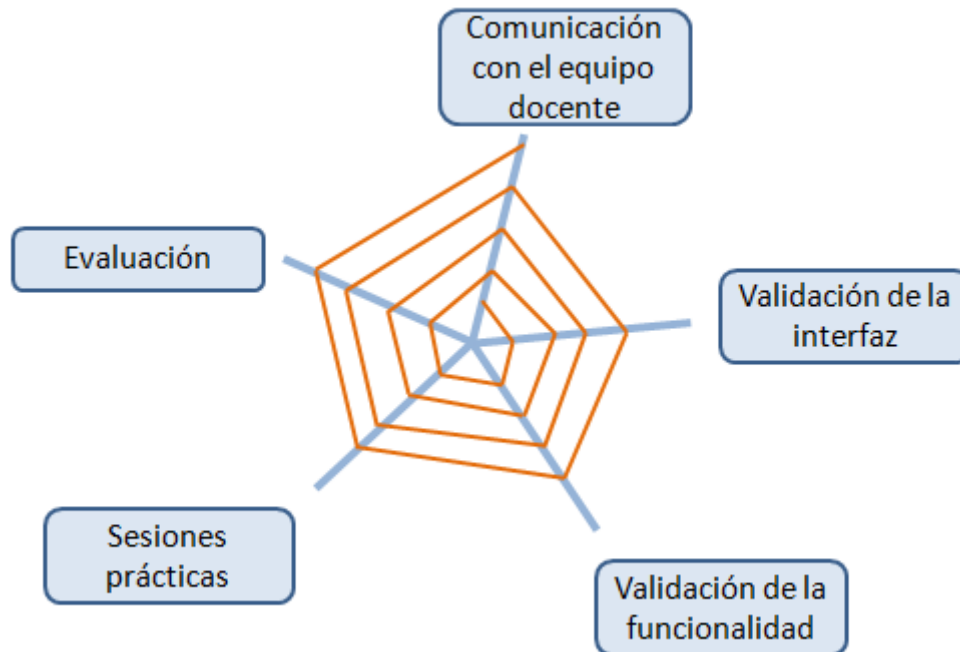
Por ello, se necesita disponer de un sistema implementado o un prototipo que permita la evaluación de dichos aspectos. Los participantes del test son usuarios realizando tareas, se analiza la forma en la que usan el producto y se mide el tiempo que emplean. Es útil para ser realizado en laboratorios de usabilidad, aunque también puede hacerse en un entorno real. Es importante la selección de tareas que los usuarios tendrán que llevar a cabo, estas deberán demostrar problemas de usabilidad, siendo el criterio más importante para la selección que prueben problemas potenciales de usabilidad del producto. Deberán ser tareas sugeridas por la propia experiencia, ya que los desarrolladores tienen ideas sobre dónde encontrar problemas, qué partes del producto fueron más difíciles de diseñar y cuáles son los problemas que se tienen que probar (Hassan-Montero y Ortega-Santamaría, 2009).

## Capítulo 3 Propuesta Metodológica

En este capítulo se realiza una propuesta de la metodología que puede seguirse para la elaboración de un agente conversacional pedagógico, desde su concepción, diseño, desarrollo, integración en las aulas y evaluación.

De esta manera, se propone la metodología MEDIE (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2017) con las siguientes fases: comunicación con el equipo docente, validación de la interfaz, validación de la funcionalidad, sesiones prácticas y evaluación, para el diseño, integración en el aula y su evaluación usando técnicas de la Interacción Persona Ordenador (IPO) y Big Data.

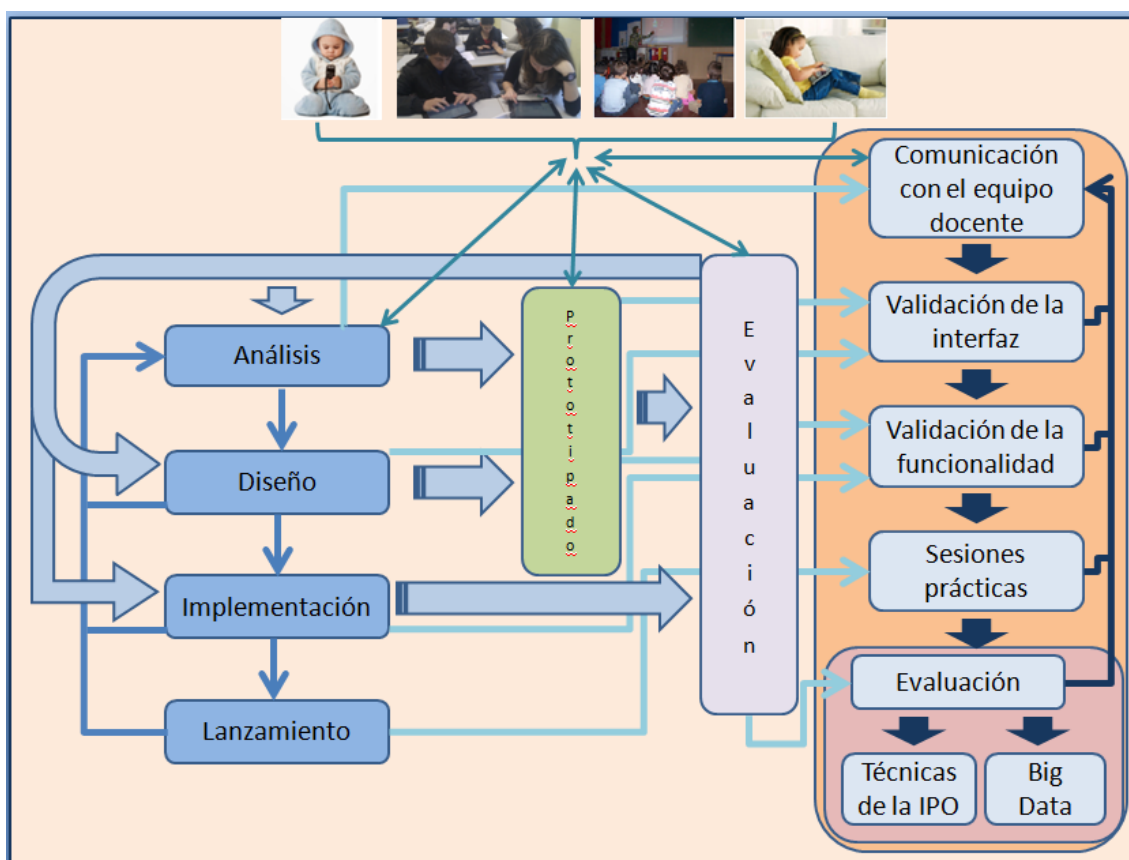
También se proponen los pasos a seguir para adaptar los ACPs entre diferentes niveles, haciendo énfasis en las adaptaciones de la interfaz y algoritmo que guía el diálogo, conforme a una serie de criterios, tomando en consideración las características de estudiantes de cada uno de los niveles.



**Figura 3.1 MEDIE ciclo iterativo e incremental**

La propuesta se ha basado en el DCU (Lorés et al. 2002) (puede encontrarse una imagen del mismo en la Figura 2.12 y su descripción en el capítulo anterior). Como se mencionó en el capítulo 2, hay autores que consideran que es posible reutilizar aquello que ya se ha diseñado, y aplicado a la práctica con éxito, especialmente la experiencia obtenida en ello, pero que es complicado establecer directrices más generales puesto que dependerán del contexto y los objetivos de aprendizaje y grupos de alumnos (Haake, 2009). De consideraciones como estas, radica la importancia de uso del DCU o metodologías como MEDIE, que permiten ajustarse a ello, al contexto, objetivos de aprendizaje o características de los alumnos.

Se detalla el trabajo a elaborar en cada una de sus fases para poder diseñar un agente conversacional pedagógico, integrarlo en las áreas de docencia y evaluar los resultados.



**Figura 3.2** Visión global de MEDIE y cómo extiende el DCU

El ciclo que sigue MEDIE (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2017) es iterativo e incremental, como puede apreciarse en la Figura 3.1. MEDIE, que es una versión extendida del DCU (Lorés et al. 2002), se presenta en la Figura 3.2 y consta de las siguientes fases:

1. **Comunicación con el equipo docente.** En esta etapa se realizará un análisis del contexto en el que se enmarca el agente conversacional pedagógico, así como de los requisitos que tiene que cumplir. Para ello, es necesario involucrar en el proceso a especialistas de todas las áreas implicadas y una constante comunicación con ellos.
2. **Validación de la interfaz.** En esta fase se tomarán decisiones de diseño del agente y se validará la interfaz. Para lo cual, se considera de gran utilidad la realización de prototipos, ya sea en papel o diseños simples con otras tecnologías.
3. **Validación de la funcionalidad.** Esta etapa se determinará y validará la funcionalidad del agente. Para ello, son de utilidad la elaboración de diagramas que simulen el comportamiento que tendrá el agente, así como la interacción que se realizará. Se detallará el algoritmo que guíe el diálogo y la interacción, así como el resto de lógica y comportamiento que debe cumplir el agente.



4. **Sesiones prácticas.** Una vez que el agente está validado tanto en su interfaz como en su funcionalidad, se pasa a integrar y usar en el aula. Es importante que se realice la mayor cantidad de sesiones posible, para poder tener un tiempo de exposición del agente elevado y con ello recoger evidencias significativas del diseño del agente.
5. **Evaluación.** Empleando métodos de la IPO: métodos de inspección (heurística, recorrido cognitivo, e inspección de estándares), de indagación (observación de campo, grupo de discusión dirigido o focus group, entrevistas, cuestionarios y registro del uso) y de test (pensando en voz alta o thinking aloud, interacción constructiva, método del conductor, y medida de las prestaciones). Además, se propone el uso de técnicas Big Data. En particular, se realizan dos propuestas de análisis aplicadas a ACPs: KDDIAE, aplicación del KDD (Knowledge Discovery in Databases) a los datos de la Interacción entre Agentes y Estudiantes, y BIDAIE (uso de Big Data para la obtención de información de Agentes y Estudiantes).

Por último, en este capítulo se tratará la adaptación de agentes entre diferentes niveles educativos. Poniendo énfasis en las adaptaciones de la interfaz y algoritmo que guía el diálogo, conforme a una serie de criterios, tomando en consideración las características de estudiantes de cada uno de los niveles.

### 3.1 Comunicación con el equipo docente

En esta etapa se realizará un análisis del **contexto** en el que se enmarca el agente conversacional pedagógico lo más amplio y completo posible. Así como de los **requisitos** que se tienen que cumplir, tanto los que debe incorporar el agente, como los que se pretenden conseguir con la integración y uso del agente.

Con el objetivo de realizar lo anterior, es necesario involucrar en el proceso a especialistas de todas las áreas implicadas, como son ingenieros informáticos que desarrollarán el agente y docentes del área o los temas de aplicación. Además, si es posible, resulta especialmente interesante poder contar con la experiencia de personas con conocimiento de metodologías de aprendizaje, o que permitan comprender determinados aspectos psicológicos de los alumnos, como pueden ser pedagogos, logopedas y/o psicólogos.

Con la experiencia de los profesionales a los que se ha hecho referencia, se conseguirá una mejor comprensión del contexto en el que se enmarca el agente y descripción del mismo. Así como plantear los objetivos que se desean alcanzar con todo el proceso, el desarrollo, puesta en práctica e integración del agente en las aulas, uso del mismo, y con ello, de los requisitos que debería cumplir el agente.

Se hace necesario para conseguir lo anterior una comunicación constante con el equipo docente, por una serie de razones: son quienes conocen mejor a los alumnos, integrarán el agente en el aula y lo usarán incorporándolo en el proceso de aprendizaje. Para ello, su experiencia profesional es esencial, así como para dibujar el perfil de los usuarios a quienes irá dirigido el agente.

Un elemento que podría aportar información útil son las encuestas, que se pueden elaborar realizando y focalizando las preguntas en los puntos sobre los cuales quiere obtenerse información. En caso de ser posible de llevar a cabo, es importante realizarlas tanto a especialistas a los que se hacía referencia previamente, como a alumnos, puesto que aunque en ocasiones se omite esta información, no hay que olvidar que serán ellos quienes lo usen (Marengo et al. 2016; Bacigalupo et al. 2010) y que podrían arrojar información importante e interesante sobre aspectos a tener en cuenta en todo el proceso. Además, también la realización de encuestas a familiares, especialmente si el agente también se diseña para poder ser usado en casa.

### **3.2 Validación de la interfaz**

Una vez que todo lo anterior se ha establecido, se tomarán decisiones de diseño de la interfaz del agente mediante la realización de prototipos. Estos pueden ser dibujos en papel o diseños muy simples con otras tecnologías como por ejemplo PowerPoint o Balsamic Mockup (HTTP14).

Se realizarán reuniones en las que se muestren estos prototipos para poder consensuar entre todos los profesionales involucrados (docentes, psicoterapeutas, informáticos, entre otros), que se están cumpliendo los objetivos y se está adaptando a las necesidades indicadas.

Los prototipos irán evolucionando según el resultado de las reuniones hasta finalmente validarlo para poder ser codificado.

### **3.3 Validación de la funcionalidad**

En esta etapa se aborda la codificación de la funcionalidad del agente, así como la validación de la misma. Una vez validada la interfaz con los estudiantes y los profesores, los diseñadores se reúnen con los desarrolladores (puede suceder que en equipos pequeños los propios diseñadores sean los desarrolladores) para iniciar la codificación de la funcionalidad del agente según se ha solicitado en los pasos anteriores.

En relación a ello, se considera importante la elaboración de diagramas que simulen el comportamiento que tendrá el agente (su algoritmo de funcionamiento y gestión del diálogo), así como la interacción que se realizará.

Los algoritmos de interacción entre el ACP y el estudiante se pueden basar en diagramas de flujo, seguir un diálogo mixto, incorporar técnicas de aprendizaje mediante ejemplos, juegos (como pueden ser de razonamiento lógico o matemático), aprendizaje intentando demostrar que el agente está equivocado, incorporar animación, conversación mediante texto o voz, adaptarse, ser personalizable o hacer uso de mapas de conceptos, entre otros aspectos, como se describe en el apartado 2.1.5.

No entra dentro de esta metodología ni es objetivo de la misma proponer guías de codificación ni recomendaciones respecto al lenguaje de programación o al entorno de desarrollo a utilizar, quedando a decisión del equipo de desarrollo.

### 3.4 Sesiones prácticas

Una vez que el agente ya está codificado se lleva al aula en compañía de los diseñadores, y el equipo docente para una primera toma de contacto corta en el aula. Durante el uso, es fundamental realizar una observación directa, que puede ser realizada por los diseñadores, desarrolladores y personas del ámbito docente. Con ello se pretende que, durante la interacción de los alumnos con el agente, se pueda observar e identificar: dificultades que tengan, impresiones en tiempo real, comentarios que hagan, el modo en el que se está realizando la interacción, la relación que tengan con el resto de sus compañeros, las expresiones faciales o corporales, cómo van respondiendo las preguntas, su motivación o si los estudiantes encuentran alguna dificultad en el uso del programa, entre otros aspectos.

En el caso de estudiantes desde Educación Universitaria hasta Educación Primaria podrán utilizar ellos mismos el sistema. En niveles inferiores puede ser necesario seguir otra metodología al tratarse de niños de muy corta edad.

Una primera sesión debe ser seguida de más sesiones durante un tiempo prolongado, puesto que en caso contrario no se recogen evidencias significativas de un aumento del aprendizaje. Siempre que las condiciones lo permitan, se recomienda el mayor tiempo de exposición posible.

En las siguientes sesiones, es aconsejable que el temario de clase se complemente con el temario que se utiliza en el agente. Y si los estudiantes pueden interactuar directamente con el agente, de forma individual o en grupo, e incluso fuera de clase si se ha decidido que el agente sea un sistema web o móvil.

### 3.5 Evaluación

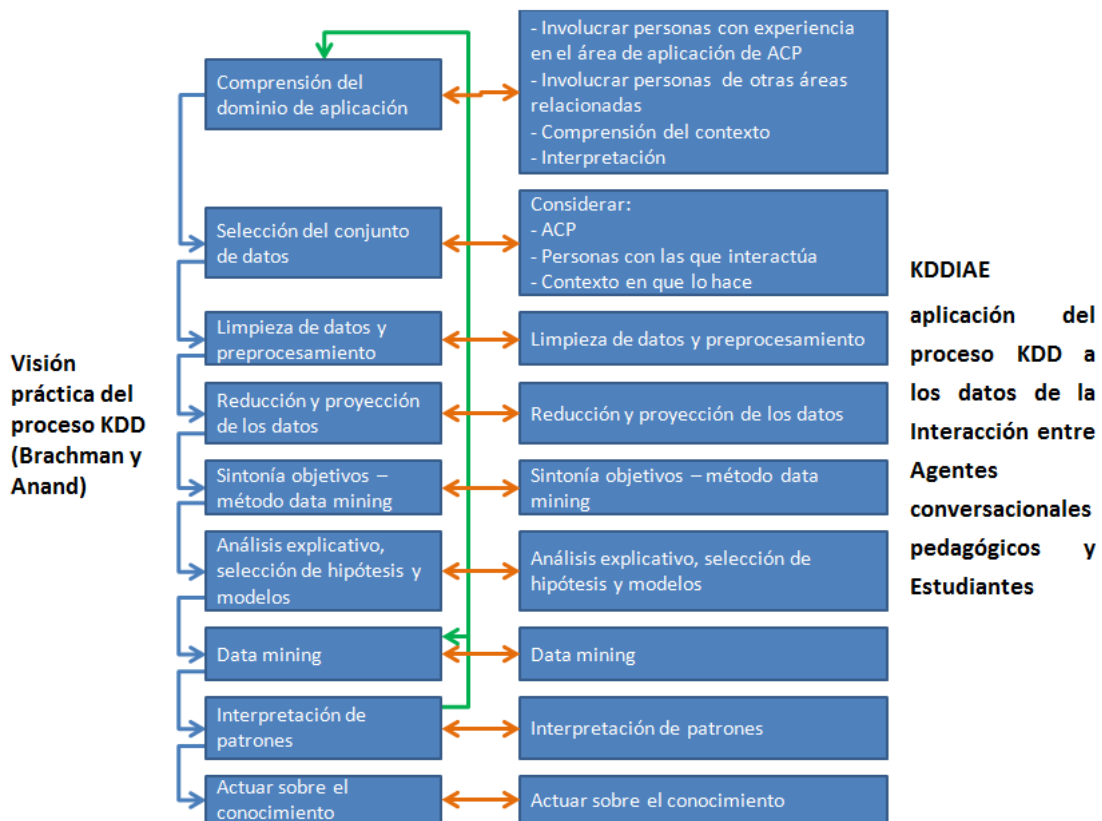
En MEDIE para esta fase se propone la realización de dos tipos de evaluación, basadas en técnicas de la IPO y/o en técnicas Big Data, en función del cuál tenga cabida, dependiendo del caso, el tipo de análisis que quiera realizarse y/o de los datos en cuestión, o simplemente que las circunstancias lo permitan, entendidas como el contexto o la situación en la que se haya llevado a cabo.

Se recomienda basar la evaluación en técnicas de inspección, indagación y test, siempre con usuarios, puesto que en este caso las heurísticas no suelen ser suficiente (Pérez-Marín y Salmerón, 2014). En particular, se aconseja el uso combinado de técnicas de observación directa, con el uso de encuestas tanto a estudiantes como a profesores, registro de comportamiento del usuario, la interacción, las respuestas y el diálogo que ha tenido lugar durante la interacción para su posterior análisis. Para este tipo de análisis se pueden usar

técnicas de evaluación a las que se hizo referencia en el apartado 2.2.4 de evaluación de la IPO.

En relación a la evaluación usando técnicas relacionadas con el mundo Big Data, se van a presentar dos propuestas de análisis aplicados a agentes conversacionales pedagógicos (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a). Son KDDIAE, aplicación del KDD, Knowledge Discovery in Databases, a los datos de la Interacción entre Agentes conversacionales pedagógicos y Estudiantes, y BIDAIE (uso de Big Data para la obtención de información de Agentes conversacionales pedagógicos y Estudiantes).

En ocasiones, se tienen datos de algún ámbito o sobre determinados aspectos, pero esa información sin ser analizada, y obtener información útil de ella, a menudo no aporta, careciendo de utilidad. De ahí radica la importancia de técnicas y procesos que permiten obtener información útil de los datos.



**Figura 3.3 Propuesta KDDIAE**

Como se puede ver en la Figura 3.3, KDDIAE consiste en la aplicación de los pasos del proceso KDD a los datos de la interacción entre ACP y estudiantes, y en su paso 7, considerando las características de los diferentes algoritmos, y la información que quiere obtenerse, emplear el algoritmo que mejor se ajuste a aquello que se quiera obtener para extraer patrones de los datos (data mining). Es importante destacar que en el proceso, los pasos adicionales son esenciales para asegurar el conocimiento útil derivado de los datos,

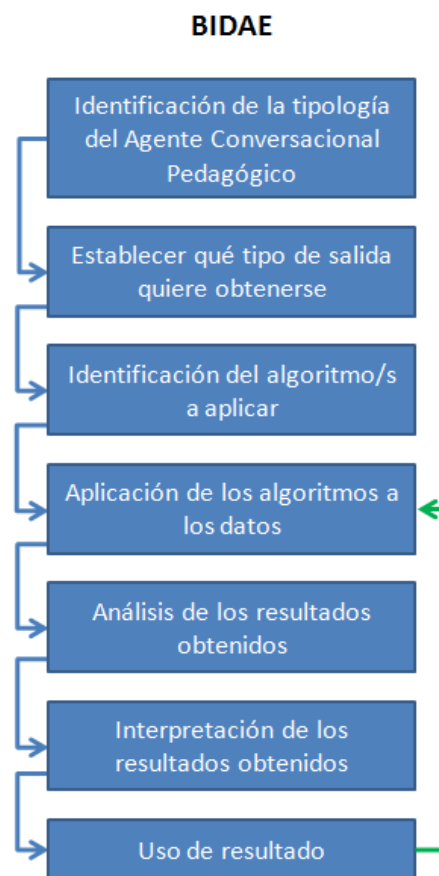
puesto que la aplicación a ciegas de métodos de minería de datos puede ser una actividad peligrosa, que desemboque en el descubrimiento de patrones sin sentido y no válidos (Fayyad et al. 1996). Los pasos aplicados a los datos de la interacción entre ACP y estudiantes (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a), siguiendo la aproximación práctica del proceso propuesta por Brachman y Anand (1996) se presentan a continuación. Puede apreciarse la representación gráfica del proceso en la Figura 3.3:

1. **Comprensión del dominio de aplicación, el conocimiento previo relevante e identificación del objetivo del proceso.** En este punto es fundamental contar o haber contado con personas con experiencia en el área de aplicación del ACP, y de todas las áreas implicadas en el desarrollo, y si es posible involucrarlas en el proceso (formando parte del mismo), con el objetivo de una mejor comprensión del contexto, de los factores que pueden afectarle, y mejor interpretación de los resultados que pretenden obtenerse.
2. **Selección del conjunto de datos, identificación de variables objetivo que se quiere predecir, calcular o inferir, y de variables independientes útiles para hacer el cálculo o proceso, muestreo de los registros disponibles,...** teniendo en cuenta el agente conversacional pedagógico y sus características, así como las de las personas con las que interactúa y el contexto en el que lo hace.
3. **Limpieza de datos y pre procesamiento.** Es importante que los datos tengan valores con sentido, y tomar decisiones respecto al ruido (valores faltantes, atípicos, incorrectos,...) pues de lo contrario su introducción en un algoritmo de data mining lleva a dificultar el proceso de aprendizaje o que los resultados se alejen del comportamiento real.
4. **Reducción y proyección de los datos.** Se pretende localizar las características más significativas para representar los datos, en función del objetivo del proceso. Para ello, pueden utilizarse procesos de transformación para reducir el número efectivo de variables o encontrar otras representaciones de los datos.
5. **Establecer una sintonía en los objetivos del proceso KDD** (paso 1) con un particular método de data-mining.
6. **Análisis explicativo y selección de hipótesis y modelo,** se decide qué modelos pueden ser adecuados de acuerdo al objetivo general del proceso.
7. **Data mining,** mediante técnicas de minería de datos, en general cada una obliga a un preprocesado diferente de los datos, se obtienen modelos de conocimiento, que representan patrones de comportamiento observados en los valores de las variables del problema o relaciones entre variables. En este paso se realiza la búsqueda de patrones en una determinada forma de representación o sobre un conjunto de representaciones.
8. **Interpretación de patrones, y quizá una vuelta a los pasos 1 a 7 para una iteración completa si se considera necesario,** el proceso se puede retroalimentar, repitiéndose desde el principio si el modelo final no supera la evaluación, o a partir de cualquiera de

los pasos si un experto lo considera oportuno todas las veces que se crea necesario hasta la obtención de un modelo válido.

9. **Actuar sobre el conocimiento descubierto**, el modelo está listo para su explotación cuando se valida considerándose aceptable con salidas adecuadas y/o márgenes de error admisibles.

La Figura 3.4 ilustra la segunda técnica propuesta, llamada **BIDAE** (uso de Big Data para la obtención de Información de Agentes conversacionales pedagógicos y Estudiantes (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a).



**Figura 3.4 Propuesta BIDAE**

Con BIDAE, se pretende aportar una **visión práctica de un proceso** que pueda seguirse para obtener información entre ACP y estudiantes en base al objetivo que se plantee al inicio. Entendiendo como objetivo planteado al inicio qué información quiere obtenerse o qué se quiere alcanzar con la aplicación del proceso. Por ejemplo, intentar averiguar si variables (características) que se pensaba inicialmente que tenían un determinado impacto realmente lo tienen, intentar descubrir otras variables que a priori no se habían considerado como significativas en algún aspecto y lo son, intentar poner de manifiesto determinados

comportamientos que quizá (en base a los resultados) permitan generalizarlos, relaciones entre variables, u otros aspectos que se consideren.

Se parte de la base de que ya se cuenta con un primer conjunto de datos relacionados con los ACP (por ejemplo, cuestionarios) o resultado de la interacción del agente conversacional pedagógico con los estudiantes en su área de aplicación (por ejemplo, los registrados por el propio agente), y se siguen estos pasos:

1. **Identificación de la tipología del agente conversacional de que se trata**, con el objetivo de determinar qué técnicas pueden ser mejores para los resultados que quieren obtenerse. Se puede usar cualquier taxonomía existente para ello, como puede ser la propuesta en Pérez-Marín (2010) que los clasifica en función de 10 criterios. O según el rol que tenga el agente conversacional pedagógico, como profesores que enseñan, estudiantes que aprenden o compañeros que proporcionan soporte efectivo.
2. **Establecer qué tipo de salida quiere obtenerse**, para seleccionar el grupo de algoritmos que mejor se adapte. Por ejemplo, se puede seleccionar uno de los tipos de algoritmos que se agrupan en una taxonomía, teniendo en cuenta la salida de los mismos (Flach, 2012), a los que se hizo referencia en el apartado 2.1.6.
3. **Identificación del algoritmo o algoritmos a aplicar**, pertenecientes al grupo de algoritmos identificado en la fase previa.
4. **Aplicación de los algoritmos a los datos que se tienen**, en función del algoritmo de que se trate, se aplicará el procedimiento correspondiente.
5. **Análisis de los resultados obtenidos.**
6. **Interpretación de los resultados obtenidos**, y acciones a realizar en función de ello.
  - A. Si los resultados son los esperados, seguir trabajando en cómo seguir potenciado y usando esa información, retroalimentando al agente.  
Entendiendo como resultado esperado aquel que va acorde al objetivo planteado al inicio, es decir, qué información quiere obtenerse o qué se quiere alcanzar con la aplicación del proceso. Como puede ser la obtención de evidencias que permitan contrastar aspectos relacionados con el agente (que por ejemplo se creyese en un primer momento que fuesen significativos), validando esto o desestimándolo en función de los resultados obtenidos, o poner de manifiesto otros que no se habían considerado (que puedan tener que ver por ejemplo con la interacción con un ACP).
  - B. Si los resultados no son los esperados, analizar qué puede estar fallando centrándose en las siguientes líneas:
    - I. Si los datos que tengo son suficientes y adecuados para obtener el resultado que se pretende.
      - a. Si los datos sobre los que se hace el análisis no son correctos o son insuficientes, analizar de nuevo qué datos necesito para obtener el resultado que pretendo.
      - b. Identificar los datos a capturar.

- c. Analizar qué modificaciones hay que hacer en el agente conversacional para capturar esos datos.
    - d. Modificar el agente para corregir la captura de los datos erróneos y/o capturar los nuevos que son necesarios.
  - II. Si se está aplicando el conjunto de algoritmos adecuado.
    - a. Si no es así, analizar qué conjunto de algoritmos, por sus características y las del agente conversacional se adapta mejor.
    - b. Seleccionar ese conjunto de algoritmos para realizar el análisis.
  - III. Si el algoritmo o algoritmos concretos dentro de ese grupo seleccionado previamente es el adecuado.
    - a. Si no es así, analizar qué algoritmo podría ser el adecuado de acuerdo a sus características.
    - b. Seleccionar un algoritmo.
    - c. Aplicar dicho algoritmo.
  - IV. Si se está aplicando adecuadamente el algoritmo.
    - a. Si no es así, estudiar cómo se aplica el algoritmo.
    - b. Repetir el proceso y aplicar el algoritmo.

## **7. Uso de resultado**

1. Si los resultados son los esperados y se quiere continuar mejorando el proceso de aprendizaje, se puede seguir trabajando de la siguiente forma:
  - I. Analizar qué conocimiento adicional o nuevo quiere incluir.
  - II. Identificar qué datos se necesitan para ello.
  - III. Analizar el agente y sus características para identificar qué modificaciones se le podrían hacer para adaptarlo al objetivo que se pretende.
  - IV. Realizar las modificaciones en el agente.
  - V. Repetir la fase experimental para la recogida de datos.
  - VI. Cuando se disponga de datos suficientes, volver al paso uno del proceso.
2. Si no eran los esperados, y habiendo realizado el proceso indicado en el paso 6, volver al paso 4.

## **3.6 Adaptación entre niveles educativos**

En este apartado se va a hacer referencia a la aplicación de MEDIE para la adaptación de ACPs entre diferentes niveles, haciendo referencia a cada una de sus fases (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016 b, c).

### **3.6.1 Descripción del contexto**

Para la adaptación entre diferentes niveles, es importante tener en consideración las diferentes características de cada uno de ellos. Para ello, se van a exponer una serie de generalidades de los diferentes niveles tratados en este apartado, que son Educación Secundaria, Primaria e Infantil.



**Tabla 3.1 Generalidades de los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil**

<b>Características</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Primaria</b>	<b>Infantil</b>
<b>Lectura-Escritura</b>	Saben leer y manejan con destreza las herramientas de escritura (teclado)	Saben leer y manejan con destreza las herramientas de escritura (teclado) aunque con menos destreza que en el nivel superior	Iniciación a la lecto-escritura, aunque existen diferencias en función de la edad (diferentes grados)
<b>Interacción</b>	Escritura y por voz	Escritura y por voz	Por voz principalmente
<b>Manejo del agente: individual o con el profesor</b>	Individual	Individual (puede necesitar la ayuda del maestro o de algún otro compañero)	Requiere el uso del agente con el profesor
<b>Tipología de los ejercicios</b>	Escritos principalmente	Escritos o con algunos elementos multimedia	Muchos elementos multimedia (imágenes, vídeos, etc.), poco texto
<b>Fondo de la interfaz</b>	Sencillo y desapercibido, que no distraiga en exceso	Sencillo y desapercibido, que no distraiga en exceso	Llamativa, muy colorida, que capte la atención de los niños
<b>Profundidad en la ayuda</b>	Alta. Se puede profundizar en centrar el objetivo del algoritmo en aspectos como: guiar, orientar en la auto respuesta, comprensión, resolución	Media-Alta. Se puede intentar profundizar el algoritmo en intentar obtener los aspectos indicados para Secundaria. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el nivel de dificultad para su consecución debe ser menor	Baja. Tiene que ser más directa y centrada. Se pueden emplear elementos como vídeos, imágenes, etc.
<b>Flexibilidad en entendimiento del modo de entrada de las respuestas (formato entendible)</b>	Muy flexible. Son capaces de entender y usar con éxito casi cualquier formato de entrada	Cierta flexibilidad. Aporta mayor dinamismo si es sencillo: pulsar teclas, o respuestas escritas cortas	Poca flexibilidad. Dada la corta edad de los niños, debe ser por voz, con asistencia del profesor, y en caso de saber escribir, interactuar con un teclado táctil especial

A continuación, se detallarán las diferencias y cómo podría realizarse una adaptación de agentes conversacionales pedagógicos entre los citados niveles. Todo ello, se va a realizar en torno a los puntos en los que se centra la metodología propuesta. Esta propuesta ha sido validada por una Doctora en Educación con experiencia en Educación Infantil y Primaria, y profesora en los Grados de Educación Infantil y Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos, con la que se colabora como asesora pedagógica. Los aspectos de los diferentes niveles son los que se presentan en la Tabla 3.1.

En **Educación Secundaria** hay que tener en cuenta que la edad de los estudiantes, aporta cierta flexibilidad en la lógica y características del agente. Esto es así porque son capaces de entender el funcionamiento e interactuar de una forma más autónoma.

Mientras que en **Educación Primaria**, aunque existe cierta flexibilidad, entendida como la capacidad de los estudiantes de entender y usar con éxito casi cualquier formato de entrada, especialmente con el uso tan alto que hoy en día hacen los niños y a esas edades de las tecnologías. Se matiza como “cierta” porque el rango de edad de Primaria es amplio, abarcado desde primero de Primaria (6-7 años) hasta sexto (11-12 años), por lo que existen diferencias, siendo menor la destreza tecnológica de los de menor edad. Sin embargo, en general, puede decirse que es bastante inferior que en Secundaria, debido a la menor edad, la destreza con las tecnologías, el nivel de conocimiento general y comprensión, de auto-aprendizaje, así como de los niveles de distracción, concentración, o capacidad de mantener la atención.

En relación a **Educación Infantil**, debido a su corta edad, en la que algunos aún no saben leer y otros se están iniciando en la lecto-escritura (gran parte de los niños acaban el ciclo de Infantil sabiendo leer y escribir, aunque no con la soltura que adquieren en Primaria), suponen una consideración especial. Lo anterior, junto con el hecho de que es probable que aún no tengan desarrolladas sus competencias o destrezas con la tecnología que tendría un niño de más edad, impacta en los aspectos que se tienen que tener en cuenta en su interacción con el agente. Por tanto, en el diseño y desarrollo del mismo, implicando que haya que realizar un agente muy adaptado a ellos, que tenga en consideración lo anterior. También debe aportar al profesor la flexibilidad necesaria para adaptarse a las particularidades de cada niño, ya que por ejemplo hay niños que ya son capaces de leer y escribir y otros no.

De tal manera, el agente debe reunir las características para que pueda ser usado con niños tan pequeños, y a la vez dote al docente de la flexibilidad necesaria para hacer un uso del mismo acorde al contexto de la clase, como es: interacción por voz, que los niños puedan responder de voz y sea el docente quien introduzca la respuesta o posibilidad de interactuar por teclado táctil, entre otros.

## **3.6.2 MEDIE en los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil**

En este apartado, para cada una de las fases de la metodología MEDIE, se va a exponer su aplicación para cada uno de los niveles abordados en este apartado, que son Educación Secundaria, Educación Primaria y Educación Infantil. Es decir, en cuanto al proceso de concepción, validación, desarrollo, e integración en las aulas, siguiendo la metodología MEDIE, así como la evaluación de resultados.

### **3.6.2.1 Comunicación con el equipo docente**

En relación a la comunicación con los docentes, la situación es similar en los diferentes niveles. En todos ellos, es necesario establecer y mantener una comunicación fluida con el equipo docente. Esta puede ser en forma de reuniones, espaciadas en el tiempo, o haciendo uso de otros medios de comunicación, como emails, llamadas, etc.

La diferencia radica en el contenido de la comunicación, centrándose cada uno de ellos en las características o requisitos del nivel correspondiente. No obstante, el eje de toda la comunicación, serán los puntos expuestos en apartados previos en los que se ha explicado la metodología MEDIE.

### **3.6.2.2 Validación de la interfaz**

En cuanto a la validación de interfaz, como sucedía en la fase anterior, en los tres niveles el proceso de validación es similar, atendiendo a lo expuesto en el apartado correspondiente. No obstante, en dicho apartado, se hacía referencia a la validación por parte de los estudiantes, en caso de ser posible.

Es en este punto dónde radica la diferencia, ya que cuanto más alto sea el nivel más fácil es de realizar y de obtener una opinión con más criterio por parte de los alumnos. En niveles inferiores, al ser los niños pequeños, en un gran número de ocasiones habría que inferirlo de sus comentarios y comportamientos. Aunque es importante destacar, que el docente, además de su propia opinión de la interfaz, también puede aportar información de su experiencia de uso.

### **3.6.2.3 Validación de la funcionalidad**

Para la validación de la funcionalidad, se empleará la experiencia de los docentes, aunque en ocasiones sea complejo conseguir la validación por parte de los alumnos. Siempre que se pueda, se aconseja que se realice. Y si durante los primeros ciclos no se pudiera, se recomienda considerar sus opiniones y resultados de su experiencia con el agente, de tal manera que sean analizados, incorporando estos valores para ciclos posteriores.

### 3.6.2.4 Sesiones prácticas

Respecto a las sesiones prácticas, aunque el objetivo es el mismo en los diferentes niveles, que es la introducción y uso del agente en las aulas, el proceso de cómo se realiza varía entre diferentes niveles, dado que las características de los estudiantes son diferentes.

Para **Educación Secundaria**, los niños tienen una gran destreza tecnológica, dado que hoy en día hacen uso de la tecnología a diario, por lo que aprender el uso de una nueva, como es un agente conversacional no les resulta complicado. En cuanto al modo de introducción, comentarles acerca de los agentes, mostrárselo en una primera sesión y dejarles que lo usen, prestando asistencia para resolver cualquier problema que pudieran encontrarse al principio, como la interacción o la entrada de datos.

Mientras que en **Educación Primaria**, aunque también cuentan con habilidades tecnológicas por el mismo motivo, son estudiantes de menor edad, por lo que es posible que haya que realizar un esfuerzo mayor en hacerles comprender qué es un agente, cómo les puede ayudar o cómo trabajar con él. Para ello, en la primera sesión, se les puede mostrar el agente, explicándoles el funcionamiento, y haciendo todos juntos una primera interacción para que comprendan la concepción y el uso. Posteriormente, y como sucedía para el nivel superior, dejar que lo usen, y los docentes e informáticos prestarles asistencia durante su primera experiencia con el agente para resolver cualquier duda que se pudiera presentar.

Por último, en **niveles de Educación Infantil** es donde radica una mayor diferencia con niveles superiores, en cuanto al proceso de introducción y uso, dado que son niños de edades muy tempranas. Inicialmente, hay que explicarles qué es un agente, lo que se podría hacer diciendo a los niños que es un amigo en el ordenador. Y para introducirlo en el aula, se les podría indicar que van a tener un nuevo compañero, y usar otros elementos externos para relacionarlos con la temática a tratar para asociar el agente, con su contenido y con su introducción en el aula en esa primera sesión. A continuación, se propone mostrarles el agente y dejar que interactúen.

Una vez realizado eso, se podría comenzar con el uso. Para ello, lo ideal es usar todos juntos el agente en una pizarra digital o tableta. Por un lado, porque niños tan pequeños no tienen la destreza ni han desarrollado todavía las competencias para usar solos el agente con un ratón en el ordenador. Por otro lado, el hecho de que la experiencia sea grupal, hace que participen todos los niños, se logre mantener su atención, que todos aprendan a la vez. Al ser una interacción común, todos pueden aportar algo en cualquier momento, y unos aprender de otros, entrando en juego elementos como las explicaciones o razonamientos de unos alumnos a otros, así como la ayuda entre ellos.

Además, en esas edades, los niños se suelen distraer con mayor facilidad, ante esta situación, se pueden usar elementos externos, como por ejemplo juegos, para captar o reconducir su atención.

En todos los niveles educativos, durante todas las sesiones, es importante realizar una observación directa de toda la experiencia. Recogiendo información de los comentarios de los estudiantes, las interacciones, dificultades encontradas o cosas que les hayan resultado

sencillas, en general de todos los aspectos de la interacción. Además, es importante al finalizar cada sesión preguntar a los estudiantes por sus impresiones de la experiencia, ya sea de forma oral o escrita. En este sentido, en Educación Infantil, es mejor hacerlo en forma de asamblea, donde todos niños se sientan junto a su profesor y pueden hablar del agente.

### 3.6.2.5 Evaluación de resultados

Se puede basar en la evaluación con técnicas IPO y Big Data. En el caso de IPO, puede ser a través de encuestas, de observación directa o los registrados en el propio agente. La evaluación de los mismos en cada uno de ellos, puede realizarse atendiendo a lo expuesto en el apartado de evaluación. No obstante, hay que tener en cuenta al realizar la evaluación, las características y requisitos de cada uno de los niveles, puesto que el contexto de la experiencia es diferente en Secundaria que en Infantil.

## 3.6.3 Adaptación de agentes entre niveles

Las diferencias en los agentes en diferentes niveles se guían entorno a la interfaz y el algoritmo que guía la interacción, el diálogo y el objetivo a conseguir con el uso del agente. Por ello, el estudio y adaptación se centrará en torno a ello, y se ha basado en la opinión y experiencia de pedagogos, colaborando con una experta en el área que ha validado la información que se proporciona.

Aunque, generalmente, las etapas educativas se escriben por orden cronológico, esto es: Educación Infantil, Primaria y Secundaria, en este caso no se ha seguido ese orden debido a que en todo el documento se ha mantenido el orden iterativo e incremental del proceso del caso de estudio, y su evolución, que ha sido Secundaria, Primaria e Infantil.

### 3.6.3.1 Interfaz

La Tabla 3.2 recoge características de la interfaz para cada nivel. En niveles educativos más altos, como **Educación Secundaria**, la interfaz es conveniente que tenga elementos que pasen desapercibidos y no centren el foco de los estudiantes, ya que en estos casos podrían suponer una distracción. De esta manera, estaría desviándose el objetivo principal del uso del agente, marcado por el algoritmo, ya sea la comprensión, repasar o aprender.

Es por ello, que el elemento predominante en la interfaz es el texto, tanto en el enunciado del ejercicio, como en la interacción con el agente y el diálogo con el mismo. No obstante, aunque el texto pueda ser el elemento predominante, también se podría incorporar elementos multimedia, así como interacción por voz, ya que los estudiantes a estas edades tienen la flexibilidad o destreza tecnológica de adaptarse con facilidad a cualquiera de las situaciones arriba mencionadas.

**Tabla 3.2 Características de la interfaz para los niveles de Secundaria, Primaria e Infantil**

	<b>Secundaria</b>	<b>Primaria</b>	<b>Infantil</b>
<b>Color</b>	Desapercibido	Intermedio	Muy llamativos, que capten la atención
<b>Elementos predominantes</b>	Texto, con zona de interacción	Texto combinado con otros elementos como zona de interacción adaptada	Elementos multimedia: vídeo, imágenes
<b>Modo de interacción principal</b>	Texto	Texto, selección por teclado	Voz principalmente Selección por teclado texto (En función del desarrollo de la lecto-escritura)
<b>Introducción de respuesta al ejercicio</b>	Texto	Texto, selección entre opciones	Voz, o pulsación de teclas táctiles. Texto (según el caso)
<b>Forma de insertar texto</b>	Teclado	Teclado o teclado táctil interactivo (aparece en la interfaz)	Teclado táctil interactivo (aparece en el propio agente)
<b>Ayuda prestada</b>	En forma de texto	En forma de texto, quizá algún elemento complementario como imagen o video	En forma de imágenes o video
<b>Aparición de la respuesta correcta al ejercicio</b>	Escrita	Escrita. Puede complementarse con otros elementos como videos o imágenes	Elementos multimedia como video o imágenes
<b>Imagen del agente</b>	Elemento que no distraiga y motive	Elemento que no distraiga y motive. Con ciertos elementos característicos	Personaje lúdico Infantil para los niños y con el que se identifiquen o capte su atención (dibujos de moda, temática que tradicionalmente guste a los niños (animales))
<b>Enunciado del ejercicio</b>	Escrito	Escrito	Escrito (para poder ser usado por la profesora), por voz, con imagen o video

En **Educación Primaria**, al ser niños más pequeños, además del texto, cobran importancia otros elementos. La capacidad de distracción de estos niños es mayor, y su destreza tecnológica, generalmente, menor que en Secundaria. Por ello, el modo texto de la interacción puede simplificarse, incorporando elementos como teclas de selección. Además, la temática o contenido que incluye el agente, puede ser más sencillo, de tal manera que los enunciados sean más directos. Respecto a la imagen del agente, puede incluirse una que reúna las características indicadas en la tabla. En cuanto al color de la interfaz, puede variar en función de la edad de los niños, ya que el ciclo de Primaria abarca un rango amplio, sin embargo, a modo general, puede indicarse el uso de una tonalidad intermedia, neutro con algunos toques distintivos.

La interfaz con mayor diferencia es la de Educación **Infantil**. Se propone con colores llamativos, con un fondo que llame la atención de los niños, ya que estos al ser tan pequeños se distraen con facilidad. Por ello, es igualmente importante el uso de elementos que capten la atención.

Por este motivo, en la imagen del agente se recomienda usar un personaje que ellos identifiquen o puedan asociar, como por ejemplo dibujos de moda en ese momento o temática que tradicionalmente ha gustado a los niños de estas edades, como los animales. En cuanto al ejercicio, el enunciado, la ayuda y la respuesta, en vez de usar sólo texto, éste pasa a ser sustituido por elementos multimedia (como videos o imagen). A pesar de ello, el texto puede ser incluido como complemento, para ser usado por los docentes o por aquellos niños que ya sepan leer y/o escribir.

El modo de interacción también varía, ya que al ser niños tan pequeños, muchos de los cuales no saben leer ni escribir, es importante la posibilidad de realizar una interacción por voz. No obstante, se puede incluir un teclado (que cumpla el patrón ya mencionado de ser llamativo para los niños), mediante el cual los niños puedan, de forma interactiva pulsar las teclas táctiles e insertar el texto letra a letra, guiados por el profesor. Esto les puede servir para iniciarse en la lecto-escritura y/o ir progresando en ella. En relación al texto del que vayan a hacer uso los niños, se puede procurar utilizar una tipología de letra acorde con Infantil, como por ejemplo letra enlazada.

En cuanto al enunciado del ejercicio, la ayuda ofrecida y la respuesta mostrada, se hará por medio de elementos multimedia (como videos o fotos). Esto es algo entendible por los niños (facilitándoles la comprensión), capta su atención y son un medio que puede permitirles aprender (teniendo en cuenta, que muchos de ellos no saben ni leer ni escribir todavía).

El hecho de combinar elementos multimedia y voz con el texto en la interacción, y el diálogo, es un elemento importante para los docentes, ya que les aporta la flexibilidad de usar el proporcionado por el propio agente (voz) o desactivarlo y ser ellos mismos quienes realizan la interacción por voz como si fuera el agente.

De esta manera, las adaptaciones recomendadas a realizar para adaptar agentes entre niveles, es tener en consideración lo que se acaba de comentar, e incluir en el agente, dependiendo del nivel de que se trate, las que correspondan.

### 3.6.3.2 Algoritmo

La Tabla 3.3 recoge características del algoritmo para cada nivel, para una serie de criterios. En niveles educativos más altos, como **Educación Secundaria**, el algoritmo que guía la interacción y el diálogo, puede ser más complejo, llegando a un nivel de profundidad mayor. Entendiendo, en este contexto, diálogo como la forma en la que se comunican agente y estudiante o profesor, mediante voz o por escrito, así como diferentes aspectos que le afectan como idioma, complejidad de lenguaje usado, etc.

Puede incorporarse más lógica en el objetivo de guiar al usuario para que él mismo deduzca el significado. Además, la ayuda se puede centrar sobre estructuras más complejas. Existe más flexibilidad en cuanto a los niveles de ayuda ofrecidos y la adaptación de los mismos. Así como a la comprobación del entendimiento del estudiante. La interacción mayoritaria suele realizarse por texto. No obstante, como se indicaba para el caso de la interfaz de Secundaria, también se podría incorporar interacción por voz.

En cuanto al algoritmo de **Primaria**, se pierde cierta flexibilidad en diferentes aspectos. En primer lugar, en el objetivo de guiarle para que el estudiante mismo deduzca el significado, puesto que son niños más pequeños, que por su edad aún no han desarrollado algunas competencias propias del lenguaje, por lo que en este caso el foco se puede centrar más en adquirir conocimiento y repasar. Además, en cuanto a la ayuda, esta tiene que ser más directa y los niveles más simples, la adaptación puede mantenerse, así como la comprobación del entendimiento del estudiante.

La interacción se puede realizar por texto, pero también pueden incorporarse otros elementos, como selección entre diferentes respuestas. Ya que dependiendo del ejercicio de que se trate, la complejidad del formato de entrada de la respuesta puede variar, y en determinados casos, puede ser de ayuda.

El algoritmo de **Infantil** que guía el diálogo es menos flexible en cuanto a la complejidad que se le puede incorporar en la lógica. Al ser niños tan pequeños, la ayuda tiene que ser más directa, siendo necesario emplear elementos que capten la atención de los niños (como vídeos e imágenes), pues al ser tan pequeños se distraen con facilidad.

Los niveles de ayuda, en caso de disponer de ellos, tienen que ser sencillos. En cuanto a la comprobación del entendimiento, su respuesta a la pregunta de si lo entienden podría no ser suficiente, por lo que puede obtenerse la respuesta en cómo resuelven el ejercicio.

Es aconsejable que el algoritmo extienda el modo de interacción por texto a voz, y también selección por teclado, porque muchos de los niños aún podrían no saber leer y/o escribir. Y lo mismo sucede con las respuestas, y el modo de introducción de las mismas, es importante ampliar el abanico de posibilidades, incorporando respuesta por voz, mantener la de texto, y alguna fórmula que otorgue flexibilidad al docente. En cuanto a mantener el texto, el formato de entrada es recomendable que varíe, incorporando un teclado táctil. Y respecto a la flexibilidad para el docente, es importante que cuente con opciones que permitan activar o desactivar el modo texto, voz, o incluso algún otro modo que permita que sean ellos quienes



pregunten y validen las respuestas, pudiendo insertar ellos mismos en el agente la validación realizada de la respuesta.

**Tabla 3.3 Características del algoritmo para los niveles de Secundaria, Primaria e Infantil**

	<b>Secundaria</b>	<b>Primaria</b>	<b>Infantil</b>
<b>Diálogo</b>	Texto Puede usarse un lenguaje más complejo	Texto Voz Lenguaje que no sea muy complejo	Voz Texto Lenguaje sencillo
<b>Profundidad en la ayuda (lógica, niveles, complejidad)</b>	Alta	Media	Baja
<b>Proceso de intentar guiar al alumno en la comprensión</b>	Complejo	Sencillo Puede no existir	Puede no existir
<b>Interacción</b>	Escrita	Escrito Selección por teclado	Voz principalmente Selección por teclado Texto (en función del desarrollo de la lecto-escritura) Profesor como intermediario
<b>Forma de la ayuda prestada</b>	En forma de texto	En forma de texto, quizá algún elemento complementario como imagen o video	En forma de elementos multimedia: Imágenes o video
<b>Forma del ejercicio</b>	Texto	Texto Puede estar complementado por otros elementos	En forma de elementos multimedia: Imágenes o video



## Capítulo 4 Validación de MEDIE: Dr. Roland

La metodología MEDIE presentada se valida mediante su uso para diseñar, integrar en el aula de Secundaria, Primaria e Infantil y evaluación del agente conversacional pedagógico que se ha llamado Dr. Roland según se describe a continuación.

### 4.1 Integración en el aula de Educación Secundaria

En este caso, la necesidad surge de un profesor de Matemáticas, que contacta con la Directora de este trabajo para expresarle su necesidad de alguna tecnología educativa que pudiese facilitar a sus alumnos el trabajo en su asignatura. En todo el proceso se incorpora además otro docente del área de Lenguaje, concretamente por sus conocimientos en comprensión lectora, que es otro ámbito que tiene impacto en este trabajo (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2012a, b, c, 2013, 2014).

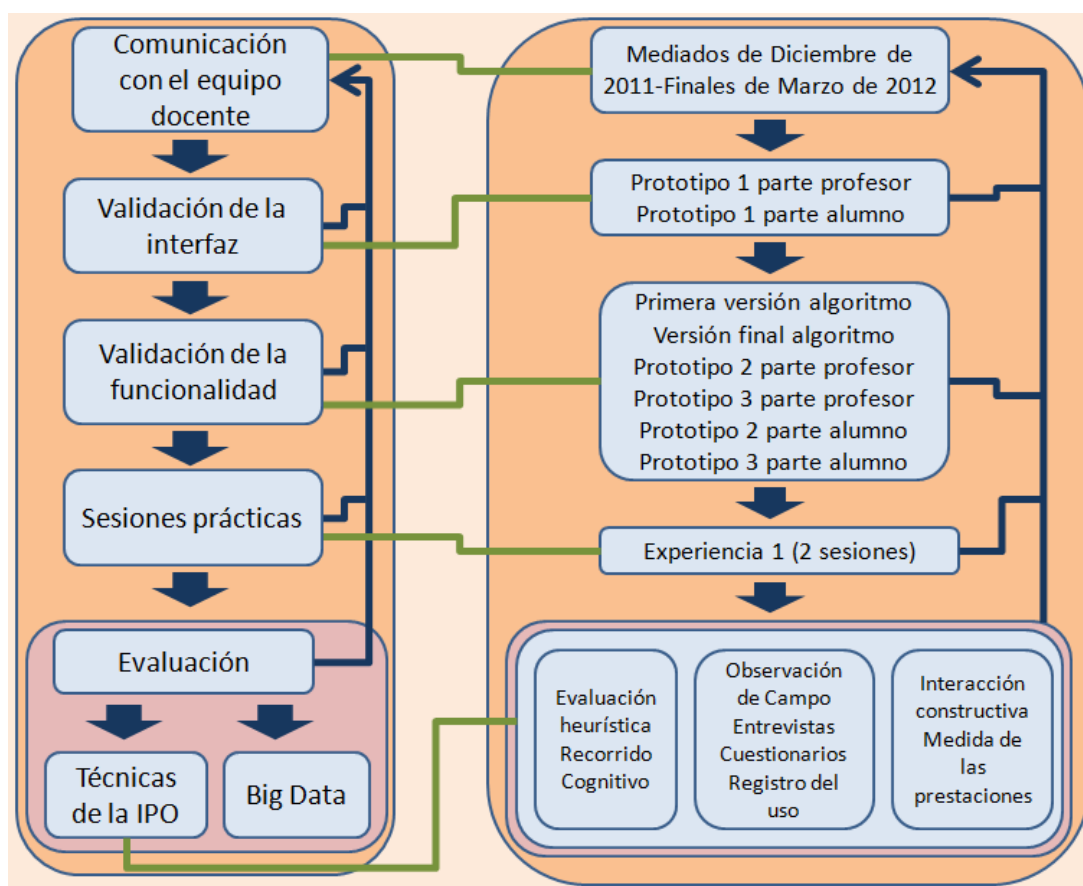
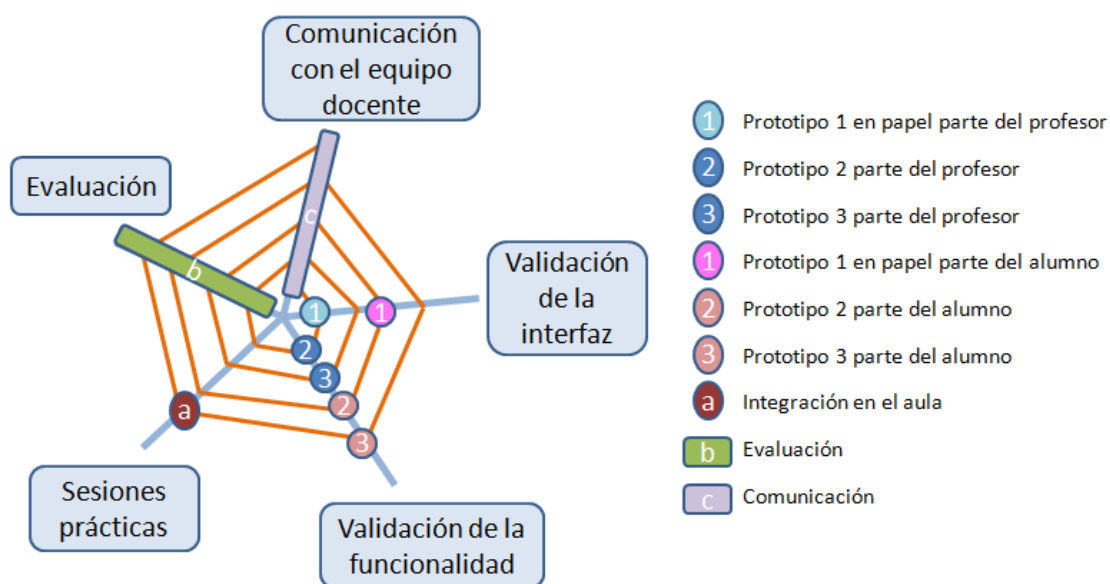


Figura 4.1 Aplicación de MEDIE en Educación Secundaria

En particular, la hipótesis del profesor de Matemáticas es que sus alumnos son incapaces de resolver los ejercicios porque no entienden el enunciado. Le gustaría guiar a sus

alumnos de forma personalizada para que pudiesen ir comprendiendo el ejercicio y de esta forma poder resolverlo.

Para poder dar respuesta a esta necesidad, y según la revisión de la literatura realizada, se intentó proporcionar un agente ya existente puesto que podría seguir un algoritmo para guiar un diálogo adaptado a cada estudiante en la comprensión y resolución de los ejercicios. Sin embargo, al no encontrar un agente ya existente, se decide diseñar e integrar uno nuevo (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2012a, b, c, 2013, 2014), según MEDIE, la metodología propuesta en el capítulo 3, como se describe a continuación. Destacar también que gran parte de los agentes son en inglés, como se ha podido comprobar en la revisión de la literatura (puede apreciarse en la Tabla 2.2), siendo el idioma otro factor importante a considerar.



**Figura 4.2 Diagrama iterativo e incremental de la aplicación de MEDIE en Secundaria**

En la Figura 4.1 puede observarse, de forma gráfica, la aplicación de MEDIE para Educación Secundaria. Concretamente, el trabajo realizado en cada una de sus fases y que se presenta en los siguientes apartados. Para ello, se ha establecido la correspondencia entre las fases de MEDIE, presentada en el capítulo tres, que se encuentra en el lado izquierdo de la imagen, con el trabajo realizado durante la aplicación de MEDIE para Educación Secundaria en cada una de las fases (parte derecha de la imagen). Además, en la Figura 4.2 puede observarse la representación de la aplicación de MEDIE de forma iterativa e incremental.

La parte de la comunicación se representa a lo largo de todo el eje, porque ha sido continua en todo el intervalo que ha durado el trabajo (punto "c" en color morado) al igual que la evaluación de resultados (punto "b" de color verde). En la imagen también se sitúan los prototipos involucrados en todo el proceso, siguiendo el orden en el que se han ido realizando. Estos son los prototipos 1, 2 y 3 del profesor (puntos 1, 2 y 3 en color azul de la imagen) y los

prototipos 1, 2 y 3 de la parte del alumno (puntos 1,2 y 3 en color rosa de la imagen). Seguidamente, una vez se tenían los prototipos preparados para ser introducidos en el aula, se produjo la integración en la misma (punto “a” de color granate).

**Tabla 4.1 Resumen de las reuniones con el equipo docente en Secundaria**

<b>Fecha</b>	<b>Contenido</b>
<b>Mediados de diciembre de 2011</b>	<p>Primer contacto presencial del equipo completo de trabajo (docentes de Matemáticas y Lenguaje y autora y coautora de este trabajo).</p> <p>Presentación de un prototipo 1 en papel de la parte del profesor</p> <p>Establecimiento de usuarios: profesores y niños de 12 y 13 años.</p> <p>Se decide que el agente constará de dos partes: profesor y del alumno.</p> <p>Pinceladas de características a cubrir con el algoritmo.</p>
<b>Mediados de enero 2012</b>	<p>Se muestra el prototipo 2 de la parte del profesor (interfaces codificadas), que se valida.</p> <p>Presentación de avances y refinamientos en el algoritmo, validación de ello.</p>
<b>Finales de enero de 2012</b>	<p>Se plantea a los profesores diversas alternativas para la parte del profesor y toma de decisiones al respecto.</p> <p>Presentación de avances en el algoritmo y refinamiento del mismo.</p>
<b>Mediados de febrero de 2012</b>	<p>Presentación del prototipo 3 de la parte del profesor (el que será usado en el aula de Secundaria) y validación del mismo.</p> <p>Se prepara cómo se va a realizar la toma de contacto de los alumnos con el agente.</p>
<b>Finales de febrero de 2012</b>	<p>Presentación del prototipo 1 en papel de la interfaz del estudiante.</p>
<b>Mediados de marzo de 2012</b>	<p>Presentación y validación del prototipo 2 del estudiante.</p> <p>Toma de decisiones, como por ejemplo la imagen.</p>
<b>Finales de marzo de 2012</b>	<p>Validación del prototipo 3 del estudiante (final antes de la integración en el aula de Secundaria).</p> <p>Validación del algoritmo que se usará en Secundaria.</p>

### 4.1.1 Comunicación con el equipo docente

El equipo docente está formado por un profesor de Matemáticas y otro de Lenguaje, ambos pertenecientes al centro en el que se quiere introducir el agente. Además, en las reuniones participan la directora y la autora de este trabajo, actuando como la parte informática investigadora.

La comunicación con el equipo docente, se realizó por medio de reuniones espaciadas en el tiempo, puede encontrarse un resumen de las mismas en la Tabla 4.1. A continuación, se detallan cada una de ellas.

Para la realización de las reuniones de DCU con los docentes, fundamentales en el proceso, los lugares elegidos fueron aquellos que se adaptaban mejor a la situación en cada momento. No obstante, cabe destacar que el lugar más habitual fue una cafetería, con motivo de la necesidad de adaptarse a la disponibilidad de tiempo de los docentes en su horario de trabajo habitual, y con los horarios de trabajo del resto de participantes en la reunión.

Durante las reuniones, los docentes, para responder a preguntas que se les realizaba sobre la muestra y otros aspectos relacionados con ella, así como hacer consultas, se apoyaban en una tableta, donde tenían disponible toda la información relativa a la muestra.

Se ha empleado, en la primera fase, prototipos en papel, donde se les mostraba a los docentes, una primera aproximación del agente, tanto de la parte del profesor como del alumno.

En ellas, también, se ha utilizado una aplicación web (HTTP19), para mostrar los diferentes prototipos del agente en las fases siguientes a la del prototipo en papel.

Para el contacto continuo entre los miembros involucrados en el proceso, realizar consultas, comentar dudas, etc., se ha hecho un uso constante de los medios que proporcionan las nuevas tecnologías, fundamentalmente, del correo electrónico.

En la primera reunión, celebrada a mediados de diciembre de 2011, se habla con los docentes, y se establece quiénes son los usuarios. Además, de la posibilidad de ofrecer a los docentes control sobre los ejercicios. Se les explicó la idea inicial que se tenía del agente, para lo que se les mostró el prototipo en papel de la parte del profesor. Se trataron nuevos aspectos que se incorporarían en el agente, tanto en la interfaz como en el algoritmo, dando las primeras pinceladas de este último.

En esta reunión, también se revisó con los profesores estrategias de ayuda ante las dificultades en la comprensión lectora (Gutierrez-Braojos y Salmerón-Pérez, 2012):

- La estrategia que se refiere al conocimiento de los alumnos, basada en considerar la diversidad y conocer las necesidades de los alumnos/as por parte de los docentes, queda cubierta con el propio conocimiento que tienen los docentes de los alumnos, y se completa con los cuestionarios y ejercicios iniciales que se realizan.
- La estrategia de activación del conocimiento previo, que se refiere a que dicha activación puede ayudar a acceder a otros conocimientos que se conocen, enlazarlos

con otros, incluso crear hipótesis de lo que va a pasar cuando se está en el proceso de lectura. Para ella, se intenta que los conocimientos relacionados tanto con la comprensión y como matemáticos que tienen los estudiantes, les sirvan como punto de partida para desarrollarlos más.

- La estrategia de uso de diferentes tipos de texto, permite a los alumnos que los conozcan y elijan los que deseen o buscar otros que les resulten más atractivos, lo que les acerca a los textos, pudiendo unos textos serles de utilidad para acercarse a otros. En este caso, se va a ceñir a ejercicios matemáticos.
- Las estrategias de estudio y lectoras, son de utilidad para los estudiantes ya que les sirven para aplicar técnicas sencillas que puedan mejorar su aprendizaje, y con el agente se les ofrece otra forma alternativa que pueden combinar con estrategias que ya tienen.
- Finalmente, la identificación y jerarquización de ideas principales de los textos, que se puede obtener mediante macro reglas: supresión (eliminando la información redundante), generalización (suprimir proposiciones que son ejemplos por una proposición general), e integración (reemplazar un conjunto de proposiciones por sus consecuencias). Esta estrategia tiene una gran consideración, ya que se pretende que el agente tenga en cuenta aquello que es fundamental para la comprensión de un texto, y poder identificar qué es lo principal es importante para la comprensión.

En la segunda reunión, celebrada a mediados de enero de 2012, a los profesores se les muestra el prototipo 2 de la parte del profesor, que cuenta con interfaces diseñadas. Además, respecto al modelado del algoritmo se continúa refinando.

Se realiza una tercera reunión, a finales de enero, en la que se plantean diversas soluciones posibles para conocer las preferencias de los docentes.

En esta situación, se presenta, en una cuarta reunión celebrada a mediados de febrero de 2012, el prototipo 3 de la parte de los profesores, que es el que, una vez validado, será introducido en clase. Además, en esa misma reunión, se prepara cómo se va a realizar la toma de contacto de los alumnos con el agente.

En definitiva, la parte del profesor se ajusta a lo que fue establecido durante las reuniones, y se mostraron satisfechos, porque cumple con las expectativas, las condiciones de uso, permite mantener cierto control del sistema, y es flexible.

En la siguiente reunión, celebrada a finales de febrero de 2012, se presentó a los docentes el prototipo 1 en papel de la interfaz del estudiante, para que pudiesen visualizar de forma gráfica la idea inicial que se tenía. Se trata el tema de cómo se va a realizar la interacción, y se decide investigar sobre el tema.

Se celebra otra reunión a mediados de marzo de 2012 en la que se presenta el prototipo 2 de la parte del estudiante, y se tratan una serie de temas como los relacionados con la imagen, los ejercicios, modos de interacción.

Por último, en cuanto a las reuniones de diseño y validación, se celebra otra a finales de marzo de 2012 en la que se presenta el prototipo 3 del estudiante, que es validado, concluyendo que se trata de una interfaz sencilla e intuitiva.

Con esto se validan todas las interfaces de la aplicación del estudiante y del profesor, siendo este el que se introducirá en el aula de Secundaria. No obstante, en la interfaz del alumno, seguidamente, serán los propios estudiantes quienes entren en contacto con ella, y la evaluarán, validarán, durante su uso, identificando de posibles problemas que se presenten, modificaciones, u otras sugerencias de cambio.

En esta reunión también queda validado el algoritmo que guiará la interacción con el agente.

**Tabla 4.2 Perfil de los usuarios**

Por un lado, niños de Secundaria de 12 y 13 años. Tienen bastante desarrollada la competencia tecnología, estando habituados a usarla, prácticamente, a diario.

Por otro, un profesor del área de Matemáticas, de mediana edad, con una amplia trayectoria como docente, y con una actitud favorable y proactiva en la incorporación de las nuevas tecnologías en el aula.

Un profesor del área del lenguaje, igualmente de mediana edad y con una trayectoria cercana a los 10 años en la docencia, y con una actitud colaboradora en proyectos tecnológicos como el que aquí se presenta.

**Tabla 4.3 Necesidades de los profesores**

Dada la situación de partida en la que un profesor de Matemáticas cree que sus alumnos son incapaces de resolver los ejercicios porque no entienden el enunciado. Necesita disponer de un sistema que permita guiar a sus alumnos de forma personalizada para que puedan ir comprendiendo el ejercicio y de esta forma poder resolverlo.

Se presentan una serie de tablas en las que se recoge el perfil de los niños (Tabla 4.2), las necesidades (Tabla 4.3) y una lista de requisitos (la Tabla 4.4 muestra un resumen de los mismos, mientras que la Tabla B.1, que se encuentra en el Apéndice B.1.1, recoge la descripción completa, incluyendo cuándo se establecieron, validaron y cómo se hizo) resultantes de las reuniones, que se irán validando en los siguientes apartados, en ellos también se detalla el trabajo derivado del contenido de las reuniones. En la Tabla B.1 (Apéndice B.1.1), en la columna de modo de validación, cuando se indica “aprobación verbal” se refiere a que no se necesitó validar el requisito con la existencia de un prototipo o algoritmo, sino que hubo una aprobación verbal durante el proceso de comunicación, una vez que los docentes tomaron la decisión, coincidiendo así el momento de establecimiento y validación del requisito.



**Tabla 4.4 Resumen de requisitos resultantes de las reuniones para Secundaria**

<b>Identificador</b>	<b>Requisito</b>
<b>Sec-R1</b>	El sistema está destinado a ser usado para niños de 12 y 13 años y profesores.
<b>Sec-R2</b>	El agente debe constar de las partes del niño y del profesor.
<b>Sec-R3</b>	El sistema tendrá gestión de ejercicios y de su información en la parte del profesor.
<b>Sec-R4</b>	La interfaz del profesor incluirá las operaciones de buscar y añadir nuevos ejercicios.
<b>Sec-R5</b>	El algoritmo se centrará en intentar que el alumno comprenda el ejercicio.
<b>Sec-R6</b>	Los puntos clave que se deben revisar para poder identificar cuándo un estudiante ha comprendido un ejercicio son: frase clave, palabras clave, verbos y pronombres.
<b>Sec-R7</b>	El agente debe comprobar si el estudiante comprende o no.
<b>Sec-R8</b>	El algoritmo debe ofrecer la posibilidad de recibir ayuda.
<b>Sec-R9</b>	Se tiene que ofrecer ayuda en torno a la identificación de qué es lo que se les pide, verbos y palabras clave y los pronombres.
<b>Sec-R10</b>	Consultar continuamente si se quiere recibir más ayuda (si queda) o resolver ejercicio.
<b>Sec-R11</b>	En caso de que se acabe la ayuda y el estudiante no comprenda, se tiene que pedir qué no entiende, y remitirle al profesor.
<b>Sec-R12</b>	Tiene que existir posibilidad de reintentos en las respuestas.
<b>Sec-R13</b>	Se deben comprobar las respuestas.
<b>Sec-R14</b>	El profesor podrá añadir, modificar, borrar información del ejercicio y buscar.
<b>Sec-R15</b>	El profesor podrá buscar por enunciado, nivel, tipo, creador y asignatura.
<b>Sec-R16</b>	El profesor en la búsqueda por enunciado podrá hacerlo por coincidencia con texto insertado. En el resto de modos, aparecerá una lista desplegable con los valores.
<b>Sec-R17</b>	El sistema al añadir un ejercicio permitirá generar automáticamente los verbos y pronombres e insertar las palabras clave y frase principal.
<b>Sec-R18</b>	El profesor podrá en un ejercicio: editar el enunciado, generar información automáticamente, borrarlo y ver información y las preguntas y respuestas.
<b>Sec-R19</b>	El agente para los valores que el procesamiento del lenguaje natural, hasta el momento, no es capaz de generar, permitirá al profesor añadirlo.
<b>Sec-R20</b>	El sistema debe mostrar en una misma interfaz en la parte del profesor todas las operaciones e información relativa a un ejercicio.
<b>Sec-R21</b>	El sistema debe incorporar ayuda.
<b>Sec-R22</b>	La interfaz del estudiante será sencilla, que no distraiga la atención.

<b>Sec-R23</b>	La parte del estudiante tendrá una imagen estática que no sea llamativa, no distraiga.
<b>Sec-R24</b>	El agente en la parte del estudiante tiene que incorporar una interacción con un modo con el que los estudiantes estén familiarizados.
<b>Sec-R25</b>	El agente en el área de interacción del estudiante incorporará preguntas de introducir texto, que será de tipo chat: introduce texto + intro.
<b>Sec-R26</b>	El agente en el área de interacción del estudiante incorporará preguntas de opciones, para evitar al estudiante tener que recordar: lista desplegable.
<b>Sec-R27</b>	El agente deberá responder siempre al estudiante como corresponde, en función de la situación y acorde a la acción/respuesta del usuario.

#### 4.1.2 Validación de la interfaz

En este apartado, se va a hacer referencia a las validaciones realizadas de la interfaz de las partes del profesor y del alumno, que serán presentadas en el siguiente apartado. No obstante, para tener una visión completa, es necesario considerar conjuntamente la información de la comunicación con el equipo docente, así como la presentada en el siguiente apartado de la funcionalidad, y los prototipos resultantes.

En la primera reunión (mediados de diciembre de 2011) se habla con los docentes, y se establece que los usuarios del agente son los profesores y los niños de edad comprendida entre los 12 y 13 años (con ello se establece y valida el requisito Sec-R1), por lo que se decidió hacer la parte del profesor y la parte de los niños, estableciendo y validando así la existencia de dos partes en el agente (Requisito Sec-R2), una la correspondiente a los niños, y otra a los profesores. Destacar que el tiempo de establecimiento y la validación de los requisitos Sec-R1 y Sec-R2, y el requisito Sec-R3, al que se hará mención a continuación, coinciden porque fueron decisiones directas del equipo docente que en sí mismas se establecen y validan, no necesitando ningún prototipo para validarlo.

Se comenta con los profesores la posibilidad de ofrecerles, en la parte de los profesores del agente, poder gestionar los ejercicios y la información relativa a los mismos (que será usada por el algoritmo). Esto, aunque aún no conocen en detalle cómo van a ser las operaciones ya que se plantean las posibles, pero no se sabe aún como serán, se muestran completamente de acuerdo, por lo que se validan su existencia (con ello se establece y realiza la validación del requisito Sec-R3).

El diseño de cada una de las partes del agente (del profesor y del alumno) se realizó en diferentes etapas. En cada una de las etapas, se validaba lo anterior, y detectaban errores o nuevos cambios. Así, los resultados de cada una de esas reuniones fueron los que se irán presentando.

#### **4.1.2.1 Parte del profesor: Prototipo 1**

Puesto que este trabajo se centra en el diseño del agente para los estudiantes y por razones de espacio, toda la información relativa a los prototipos de la parte del profesor (poder gestionar los ejercicios) queda fuera del ámbito de estudio. Por lo que no se incluye la información relativa a ellos, más allá de los tiempos de establecimiento y validación de los requisitos (Tabla B.1) y el lugar que ocupan durante el proceso de la aplicación de MEDIE en el nivel de Secundaria, que puede apreciarse en la Figura 4.1 y la Figura 4.2. No obstante, puede encontrarse toda la información relativa a ellos, momento de establecimiento y validación de requisitos durante la comunicación, y la validación de los prototipos en HTTP18, y toda la parte del profesor más detallada en Tamayo-Moreno (2012).

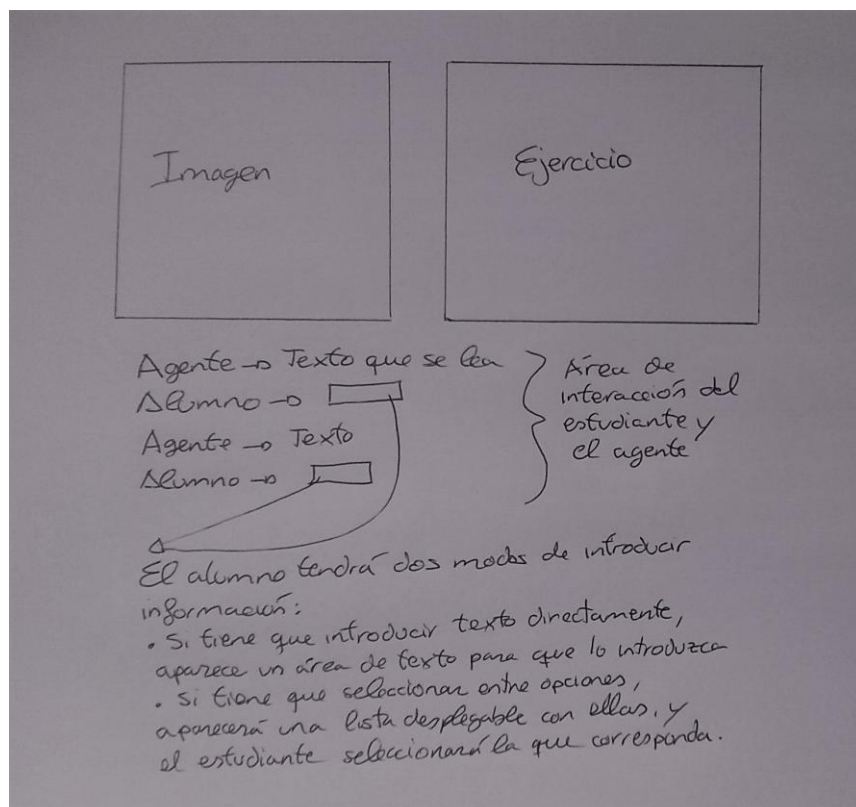
Destacar que en HTTP18 se recoge el proceso completo de la aplicación de MEDIE para Secundaria, tanto del profesor como del alumno de forma iterativa e incremental, conforme se fue realizando en el tiempo. Esto que permite tener la visión completa y paso a paso de la aplicación de MEDIE en Secundaria.

#### **4.1.2.2 Parte del estudiante: Prototipo 1**

En relación al primer prototipo en papel de la aplicación del estudiante, se presenta a los profesores en la reunión celebrada a finales de febrero de 2012, para que pudiesen visualizar de forma gráfica la idea inicial que se tenía. Para el diseño de la parte del alumno, en las primeras etapas, fueron basadas en lo que de la investigación se pudo extraer, y fundamentalmente, en la experiencia de los profesores con respecto a los alumnos, puesto que resulta muy complicado realizar reuniones periódicas con niños de estas características (son menores, poca disponibilidad de tiempo para dedicarlo a proyectos de este tipo, dificultad en la compatibilidad de horarios, etc.), por lo que éstos han intervenido directamente en las últimas etapas con la toma de contacto con el agente interactuando con él, evaluándolo, validándolo y detectando posibles cambios.

El prototipo que se realizó de la interfaz del alumno, es sencillo, lo más simple posible, y buscando que no distrajesse la atención de los alumnos, ver Figura 4.3 (establecimiento del requisito Sec-R22). De tal manera, que se dibujaron dos cuadrados, uno donde se incluiría la imagen o avatar, y otro en el que irían apareciendo los ejercicios. En la parte inferior de ambos, se indica que se realizará la parte de la interacción del usuario con el agente, no obstante, como aún no se sabe cómo se va a realizar, solo se indica.

Se presenta el prototipo en papel a los docentes, para que pudiesen visualizar gráficamente la idea inicial que se tiene. Además, con respecto a la parte de interacción del usuario, que todavía no se ha decidido cómo hacerse, se plantea la posibilidad de que sea similar a las empleadas por los niños en otras aplicaciones, para facilitarla por lo que se decide investigar sobre el tema, cuál podría ser la más adecuada, barajando posibilidades como tipo Messenger, chat, etc. En esta reunión se valida el prototipo 1 en papel de la parte del alumno presentado, y con ello se valida una primera aproximación al requisito Sec-R22.



**Figura 4.3 Prototipo 1 en papel de la interfaz del estudiante**

### 4.1.3 Validación de la funcionalidad

El proceso seguido se basa en el DCU que por naturaleza es incremental. En el apartado previo ya se hizo mención a los prototipos número 1 en papel de la parte del alumno y del docente. En este se van a explicar en subsecciones los prototipos dos y tres, así como la evolución del algoritmo.

Para la funcionalidad del agente y según la revisión de la literatura realizada, al no encontrarse un algoritmo que guíase la conversación estudiante-agente según las necesidades identificadas por los profesores en los pasos previos, se hizo necesario desarrollar uno nuevo que se propuso en el Trabajo Fin de Máster (Tamayo-Moreno, 2012). Este algoritmo se denominó RUANLP, correspondiéndose las siglas a Reading Understanding Natural language Processing. En este apartado, se va a describir el algoritmo RUANLP (Tamayo-Moreno, 2012; Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2014) y a su evolución. Así como a la codificación de los prototipos de la parte del profesor y de los alumnos.

#### 4.1.3.1 Algoritmo

El algoritmo que marcará el diálogo y la interacción, se fue modelando conforme a la información resultante de las reuniones realizadas, así como de la obtenida en la fase de documentación.

#### 4.1.3.1.1 Primera versión del algoritmo

En la reunión de mediados de diciembre de 2011 los profesores revisaron el prototipo y de acuerdo a lo que se había hablado sobre la importancia y carencias en la comprensión lectora de los alumnos, junto con la idea inicial que se tenía, se dieron las pinceladas sobre cómo podría ser el algoritmo para el agente (establecimiento del requisito Sec-R5). Con esa información y el trabajo realizado después se fue esbozando una primera versión del algoritmo Figura 4.4.

```
1 peticiónDeQuéEsLoQueEntiende();
2 esVálido=comprobarComprensión();
3 if(esVálido){
4     verificarResultado();
5 }else{
6     ofrecerAyuda();
7     pedirRespuestaALaAyudaGuiadaProporcionada();
8     esVálida = verificarRespuesta();
9     if(esVálida){
10        mensajeDeRespuestaCorrecta();
11    }else{
12        mensajeDeRespuestaIncorrecta();
13    }
14 }
```

**Figura 4.4 Pseudocódigo de la primera versión del algoritmo RUANLP de Secundaria**

En relación a esta primera versión, los profesores indicaron que los puntos clave que se deben revisar para poder identificar cuándo un estudiante ha comprendido un ejercicio son: frase clave, palabras clave, verbos y pronombres (establecimiento del requisito Sec-R6). Se consideran en las líneas 6 y 7 del algoritmo, sin embargo, en esta versión del algoritmo no estaba definido cómo se haría.

Estos aspectos, se constituyen como base para el algoritmo. No obstante, aún restaba decidir la forma en la que se tendrían en cuenta estos factores exactamente dentro del algoritmo.

Se puede comprobar, cómo se pide al estudiante que, en cualquier caso, inserte lo que ha entendido (línea 1), de lo que se realizará un análisis, para comprender qué y cómo comprenden los ejercicios (establecimiento del requisito Sec-R7), y también qué pueda servir de ayuda para conocer si la orientación que se le está dando es la adecuada.

Además, se comprueba si los estudiantes han entendido lo que le piden (línea 2). Si lo han entendido se les pide que lo resuelvan (línea 4), para comprobar si el resultado que proporcionan es el correcto.

Si los estudiantes no lo han entendido, entonces se le ofrece la posibilidad de recibir ayuda (establecimiento del requisito Sec-R8) (línea 6). Una vez recibida, se le piden respuestas en relación a la ayuda recibida (línea 7).

Seguidamente, si la respuesta insertada es adecuada o no lo es (línea 8), se le informará de ello (líneas 10 y 12 según el caso).

De esta manera, resulta una versión muy sencilla del algoritmo, en la que se hace referencia a las líneas generales que se van a tratar, para posteriormente detallar cómo va a realizarse cada una de ellas, incorporar los nuevos aspectos que deban incluirse, de acuerdo a lo que se concluya en las diferentes reuniones, así como modificar aquello a lo que se le decida dar, más adelante, otra orientación.

A partir de esta primera versión del algoritmo (con la que se validan los requisitos Sec-R5, Sec-R6, Sec-R7 y Sec-R8) presentada en este apartado, y conforme a la información resultante de las sucesivas reuniones y con ello, los requisitos que se tenían que cumplir, se fue modelando la versión del algoritmo que tendrá el agente que se introducirá en el aula de Secundaria que se presenta a continuación.

#### **4.1.3.1.2 Versión final del algoritmo**

La validación de la versión del algoritmo que usará el agente que se va a introducir en el aula de Secundaria, se realiza en la reunión celebrada a finales de marzo de 2012, con la validación completa del agente, incluyendo todas sus interfaces.

Respecto al algoritmo, se mantiene la estructura general que se había planteado en la versión anterior del algoritmo. No obstante, se refina teniendo en consideración la información resultante de las sucesivas reuniones (establecimiento de los requisitos Sec-R9, Sec-R10, Sec-R11, Sec-R12 y Sec-R13), a lo que se hará mención a continuación. Las partes que inicialmente se plantearon de modo más general, se concretizan y se incorporan nuevas partes, como la ayuda en torno a los parámetros de los que se habló (validación requisito Sec-R9) o la posibilidad de reintento para el usuario (validación requisito Sec-R12). Para ello se tiene en consideración lo hablado con los docentes en la segunda reunión, celebrada a mediados de enero, junto con la adaptación y refinamiento realizado a nivel informativo realizada. Una aproximación en pseudo código del algoritmo RUANLP resultante se presenta en Figura 4.5, y en la Figura 4.6 puede verse un diagrama a más alto nivel del algoritmo.

Al inicio del algoritmo, se mantiene el mismo planteamiento de la versión anterior, pidiendo que se introduzca lo que se ha entendido (línea 3) que, a efectos prácticos, servirá para identificar el grado de comprensión de los ejercicios por los alumnos, ver la evolución, o detectar otros problemas de comprensión que podrían pasar inadvertidos.

En el planteamiento genérico del algoritmo se comienza planteando la consulta sobre la comprensión (línea 3). En el algoritmo se realiza preguntando si se sabe la respuesta al ejercicio (en el diagrama el bloque a). Si sabe la respuesta al ejercicio, igualmente se le pide que introduzca qué es lo que entiende que le piden (línea 3, diagrama bloque b), se pide el resultado del ejercicio (línea 7, diagrama bloque c), que se valida (línea 8, diagrama bloque d), y se saldría del algoritmo (línea 9).

```

1 fin=no;
2 while (no fin){
3   peticiónDeQuéEsLoQueEntiende();
4   esVálido=comprobarComprensión();
5   if(esVálido){
6     mensajeComprensiónCorrecta();
7     pedirResultadoEjercicio();
8     verificarResultado();
9     fin=si;
10  }else{
11    ayuda=ofrecerAyuda();
12    if(ayuda){
13      while(noComprenda && quedeAyuda()){
14        ofrecerAyudaAsociadaConLosParámetros();
15        quedanIntentos=si;
16        esVálido=no;
17        while( quedanIntentos && noComprenda){
18          pedirRespuestaALaAyudaGuiadaProporcionada();
19          esVálida =verificarRespuesta();
20          if(esVálida){
21            mensajeRespuestaCorrecta();
22          }else{
23            mensajeRespuestaIncorrecta();
24            insertar = introducirOtraVezOVerRespuesta();
25            if(insertar){
26              quedanIntentosResolver=modificacionNúmeroIntentos();
27            }else{
28              mostrarRespuesta();
29              quedanIntentosResolver=no;
30            }
31          }
32        }
33        noComprenda =comprobarComprensión();
34      }
35    }else{
36      peticiónDeQuéHaEntendido();
37      fin=si;
38    }
39  }
40 }

```

Figura 4.5 Pseudocódigo de la versión final del algoritmo RUANLP de Secundaria

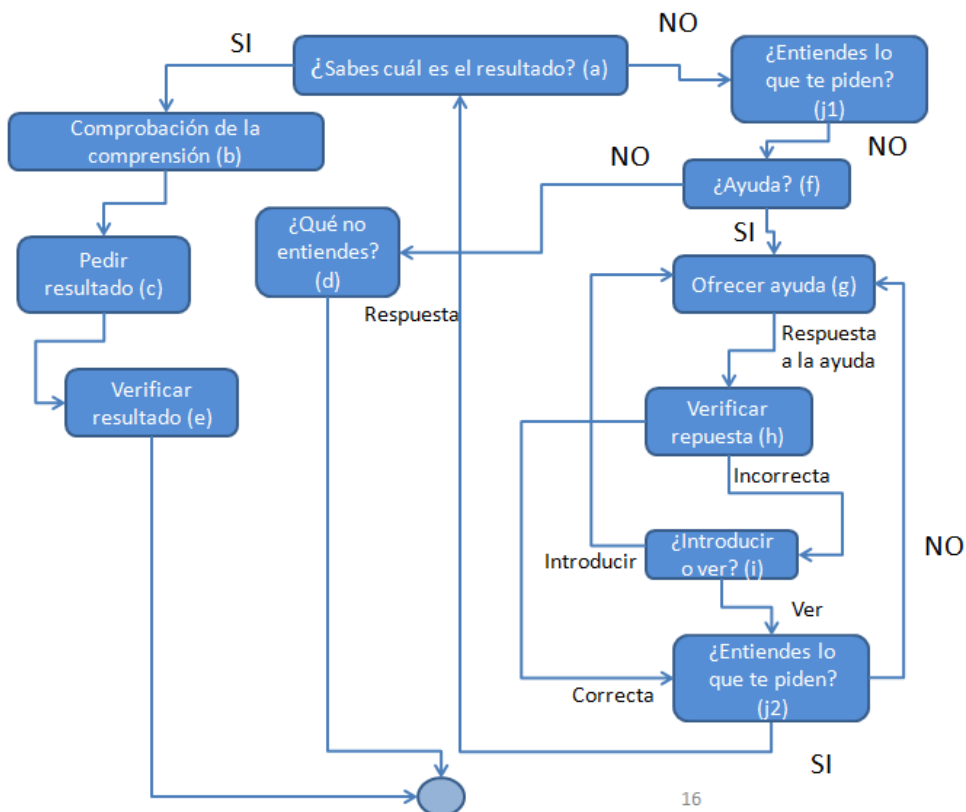


Figura 4.6 Diagrama de la versión final del algoritmo RUANLP de Secundaria

En caso contrario, si no sabe responder al ejercicio, se pregunta si comprende el ejercicio (línea 3, diagrama bloque j1), se comprueba la comprensión (línea 4, diagrama bloque j1) y se le ofrece la posibilidad de recibir ayuda (línea 11, diagrama bloque f). Si no quiere recibir ayuda (línea 37), se sale del ejercicio (comprobando qué no entiende, diagrama bloque d).

Si, por el contrario, quiere recibir ayuda para comprender qué es lo que le pide el ejercicio (línea 14, diagrama bloque g), podrá recibirla continuamente, avanzando en los niveles de ayudas (validación del requisito Sec-R10), mientras no comprenda qué es lo que le piden, o le queden intentos en la introducción del resultado del ejercicio (línea 13, diagrama bloques g, h, i).

La ayuda, se ofrece en torno a los parámetros a los que se hizo referencia (validación del requisito Sec-R9), que son: identificación de qué es lo que se les pide, verbos y palabras clave y los pronombres, según corresponda y en el nivel de ayuda en el que se esté (línea 18).

Se ofrece la ayuda (línea 14, diagrama bloque g), y seguidamente, se le pide respuesta conforme a la ayuda que ha recibido (línea 18), no se refiere a la respuesta del ejercicio, sino a la respuesta conforme a la ayuda que previamente ha recibido. Dicha respuesta se valida (línea 19, diagrama bloque h) (validación del requisito Sec-R13), informándose del resultado correspondiente. En caso de que no lo sea (línea 23), se ofrece la posibilidad de reintento (validación del requisito Sec-R12), pudiendo volver a insertar la respuesta o ver el resultado a la misma (línea 24, diagrama bloque i). Si decide insertar, se actualiza en número de intentos, y se permitirá volver a insertar (línea 26), y si decide ver, se muestra la respuesta (línea 28).

Además, se irá consultando al usuario si quiere resolver el ejercicio o seguir recibiendo ayuda (línea 11, diagrama bloques g, j2 y a). Podrá seguir recibiendo ayuda, mientras no se comprenda el ejercicio y quede ayuda que ofrecer (línea 13, diagrama bloque j2, g).

En el momento en el que decida resolver el ejercicio, se le pedirá el resultado (diagrama bloque a), que será verificado (validación del requisito Sec-R13), mostrando el resultado correspondiente.

Además, si se acaba la ayuda disponible, y no ha comprendido el ejercicio, se le pedirá que introduzca qué es lo que cree que le están pidiendo, por si se hubiese modificado lo que entiende (línea 36, diagrama bloque f y d), y se le dirá que pida ayuda al profesor en relación a éste ejercicio (validación del requisito Sec-R11).

Cabe destacar que, en este algoritmo, se deja abierta la posibilidad de incorporación de nuevos niveles de ayuda, de una forma sencilla, y el proceso que seguirá será el existente para la ayuda actual. Aunque está abierta la posibilidad de alterar el proceso conforme a otras necesidades en los niveles de ayuda.



### 4.1.3.2 Prototipos

El desarrollo (codificación) del prototipo de las partes del profesor y del alumno que se introducirá en el aula de Secundaria, fue el resultado de las reuniones mantenidas, así como de las modificaciones y realizadas sobre prototipos previos.

#### 4.1.3.2.1 Parte del profesor: Prototipo 2 y 3

Como sucedía para el apartado anterior, toda la información relativa a los prototipos de la parte del profesor queda fuera del ámbito de estudio de este trabajo. Por lo que no se incluye la información relativa a ellos, más allá de los requisitos y tiempos de establecimiento y validación de los mismos (Tabla B.1) y el lugar que ocupan durante el proceso de la aplicación de MEDIE en el nivel de Secundaria, que puede apreciarse en la Figura 4.1 y la Figura 4.2. No obstante, puede encontrarse toda la información relativa a ellos, momento de establecimiento y validación de requisitos durante la comunicación, y la validación de los prototipos en HTTP18, y toda la parte del profesor más detallada en Tamayo-Moreno (2012).

Destacar que en HTTP18 se recoge el proceso completo de la aplicación de MEDIE para Secundaria, tanto del profesor como del alumno de forma iterativa e incremental, conforme se fue realizando en el tiempo. Esto que permite tener la visión completa y paso a paso de la aplicación de MEDIE en Secundaria.

#### 4.1.3.2.2 Parte del estudiante: Prototipo 2

En la siguiente reunión, celebrada a mediados de marzo de 2012, se realizó la validación del prototipo dos del estudiante Figura 4.7. En lo que respecta a la estructura general, se está de acuerdo, porque es una estructura simple, con la imagen, el ejercicio, y debajo irá la parte con la que el usuario interactuará, aunque aún no se haya realizado (validación de requisito Sec-R22). No obstante, no se muestra conformidad completa con la imagen, que es un aspecto aún en debate.

## Bienvenido



Figura 4.7 Prototipo 2 de la interfaz del estudiante

En relación a esto último, se plantea la posibilidad de incluir un agente animado para que fuese guiando al usuario. No obstante, se descarta, porque lo realmente importante es que los niños comprendan el problema entendiendo el enunciado, que se muestra en la interfaz, y se piensa que el agente animado podría desviar la atención de los usuarios, y así, dificultar la concentración, y con ello, la comprensión, sobre todo en una edad tan complicada como es la de los alumnos (12-13 años). Por ello, finalmente se establece que sería conveniente que fuese estática, que no sea demasiado llamativa, para evitar cualquier posible distracción de la atención de los niños (establecimiento del requisito Sec-R23).

En relación a los ejercicios, cuyo enunciado se muestra en la interfaz, como tienen diferentes niveles que van variando en función de los resultados que va obteniendo el niño, se plantea la posibilidad de mostrar el nivel del ejercicio, y se descarta la idea porque si es un nivel difícil, los niños podrían asustarse y creer que no podrán resolverlo, lo que es un factor de desmotivación.

Se trata el tema de incluir sinónimos y definiciones, pero se plantea el problema de a qué palabras ponérselo. Con respecto a las definiciones, si serían incluidas por el profesor, o directamente un enlace a algún diccionario como a la Real Academia Española (RAE), los profesores indican que sería mejor el enlace a la RAE (HTTP29), solo que surge el problema de que si se les muestra directamente el significado según viene, sin haber sido adaptada la definición a un modo en el que sea completamente entendible con los niños, podría no ser una solución para ellos.

Se plantea la posibilidad de interactuar mediante voz, pero se descarta porque la interacción escrita es más precisa, ya que al incluir la voz, se añadiría otro factor adicional que puede dar lugar a error, como es la interpretación de lo que se dice. Además, por lo general, la resolución de problemas matemáticos, se realiza de forma escrita.

En relación a la interacción del usuario con el agente, se decide utilizar una con la que ya están familiarizados (establecimiento del requisito Sec-R24) como el Messenger o el chat, como ya se habría hecho referencia, para los casos en los que hay que introducir texto escrito (establecimiento del requisito Sec-R25), y en las que son de opciones, se decide que se utilice algo que evite tener que recordar en cada caso las diferentes posibilidades (establecimiento del requisito Sec-R26). Además, se hace hincapié en que el agente responda siempre al estudiante como corresponde, en función de la situación y acorde a la acción previa del estudiante (establecimiento del requisito R-27).

#### **4.1.3.2.3 Parte del estudiante: Prototipo 3**

En la siguiente reunión, celebrada a finales de marzo, se realizó la validación del prototipo tres del estudiante.

De acuerdo a lo que se habla en las reuniones, las soluciones que se adoptaron fueron, en relación a la imagen, se incluye una imagen estática, que es una foto de un licenciado en

blanco y negro (validación de requisito Sec-R23). Se elige un licenciado, como posible elemento de motivación e inspiración.

En relación a los niveles de los ejercicios, no se incluyen para que el usuario, en el momento de realizar el ejercicio, no vaya con la sensación de que no va a ser capaz de resolverlo, en caso de enfrentarse con un ejercicio complicado.

En relación a las definiciones y sinónimos, se decide no incluirlas, porque existe cierta incertidumbre sobre la reacción de los usuarios, y si entenderán el resultado, así como en la selección de las palabras a las que se le incluirían resultados, por lo que ante la incertidumbre presentada se decide no incluirlo. Además, también por el hecho de que va a suponer un esfuerzo muy elevado, cuando los usuarios tienen la herramienta de Internet y diccionarios, para buscar el significado de algo que desconocen.

Finalmente, en relación a la interacción de usuario con el agente, se decide que en aquellas en las que hay que introducir texto, va a funcionar igual que el Messenger, se introduce el texto, y se confirma y envía tras pulsar el ENTER (validación de requisito Sec-R25). Para aquellos casos que son de opciones, aparece una lista desplegable, donde simplemente hay que seleccionar la que corresponda, sin tener que recordar las posibles opciones que se contempla, y evitando así la posibilidad de equivocación al introducirla (validación de requisito Sec-R26), así, la interacción es completamente intuitiva y sencilla (validación de requisito Sec-R24). Resultando una interfaz muy simple.

De esta manera, la interfaz resultante, que es, el último prototipo antes de ser puesto en práctica con los estudiantes con un ejemplo en el que se inserta texto, es la que se muestra en la Figura 4.8. En ella, una vez insertado el texto y pulsado 'enter' el sistema procesa la respuesta del alumno y responde como corresponda (validación de requisito Sec-R27).

La interfaz en la que aparece una lista desplegable de opciones, entre las que el usuario seleccionará una como respuesta, se muestra en la Figura 4.9. En ella, en las preguntas de opciones, aparece una lista desplegable, y el usuario seleccionará la que corresponda, y automáticamente el agente procesará la respuesta del estudiante, y responderá (validación de requisito Sec-R27). En este punto cabe destacar el hecho de la importancia de proporcionar directamente los valores disponibles, puesto que así, se evita al usuario tener que recordar cuáles son las respuestas posibles de las opciones, así como que se equivoque al introducirlas.

En la citada reunión se presenta a los profesores la interfaz del estudiante, que es validada, concluyendo que se trata de una interfaz sencilla e intuitiva. Con esto se validan todas las interfaces de la aplicación del estudiante y del profesor.

No obstante, en la interfaz del alumno, seguidamente, serán estos quiénes entre en contacto con ella, y la evaluarán, validarán, durante su uso, aportando posibles problemas que se presenten, modificaciones, u otras sugerencias de cambio.

#### 4.1.4 Sesiones prácticas

Este apartado va a abarcar las sesiones prácticas llevadas a cabo, consistentes en la introducción del agente en el aula y uso del mismo en ella, haciendo referencia al contexto existente. El apartado se va a estructurar en experiencias, entendidas cada una de ellas como colegios diferentes en los que fue introducido y usado, y para cada una de ellas, se hará alusión a la muestra, elementos empleados, y las diferentes sesiones realizadas. Para el nivel de Secundaria sólo se uso en un colegio, por lo que sólo hay una experiencia (Sec-1).

El colegio en el que se usó pertenece a la Comunidad de Madrid, por temas de privacidad, se ha aconsejado no hacer mención del nombre del mismo.

En lo que respecta a la muestra, cabe destacar, que han sido 19 niños de 12-13 años. Puede encontrarse información cualitativa sobre ellos en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Secundaria (apartado 4.1.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, extraída por medio del cuestionario inicial realizado a los niños de forma previa al uso del agente.



Soy Dr. Roland, bienvenido  
Colegio San Diego y San Vicente de Paúl

Ayuda

Halla la longitud y el área de una circunferencia de diámetro 22 cm

¿Sabes cual es el resultado?  
si

¿Qué entiendes que te han pedido?  
Hallar longitud y área de la circunferencia, considerando que el dato que me dan corresponde el diámetro

Introduce el resultado  
69'1 longitud, 380'11 área

La respuesta es correcta  
Enhorabuena, has resuelto bien el ejercicio  
¿Desea realizar otro ejercicio?

Figura 4.8 Interfaz del estudiante. Interacción y casos en los que se inserta texto

En relación a los elementos y medios empleados, se ha hecho uso de cuestionarios que sirven para realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de la muestra. En este sentido, las preguntas van orientadas a conocer la muestra, las opiniones que tienen sobre la informática y aspectos relacionados con ella, el acceso a las nuevas tecnologías, las costumbres de emplearlas durante el estudio, su experiencia con las Matemáticas, cómo les gustaría que fuese un agente o si creen que les serviría de ayuda entre otras relacionadas. Se realizó el mismo cuestionario en dos ocasiones (que pueden encontrarse en el Apéndice A.1.1). La primera de ellas, de forma previa al uso del agente, puede encontrarse más información en el apartado de evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios (al que ya se acaba de hacer mención). Y la segunda, después de haber usado el agente. De ambos puede encontrarse información detallada en Tamayo-Moreno (2012).

Soy Dr. Roland, bienvenido  
Colegio San Diego y San Vicente de Paúl

Ayuda

Halla la longitud y el área de una circunferencia de diámetro 22 cm

¿Sabes cual es el resultado?  
no

¿Entiendes qué es lo que te piden?  
no

¿Necesitas ayuda?  
no  
si

**Figura 4.9** Interfaz del estudiante. Ejemplo de selección entre las respuestas disponibles

Otro instrumento que se ha utilizado hojas de ejercicios en papel para un pretest y postest (HTTP18). Los estudiantes resolvieron los ejercicios en clase al principio y al final del experimento (diseño pre-post test). Los ejercicios fueron seleccionados para cubrir distintas áreas de las Matemáticas, a saber: números naturales y enteros, divisibilidad, fracciones, ecuaciones, sistema métrico decimal, proporcionalidad y porcentajes, estadística y probabilidad, y volúmenes. También se clasificaron para abarcar tres niveles de dificultad desde uno (más fácil) a tres (más difícil). Aunque esta clasificación no se mostraba en los

ejercicios por indicación de los profesores para no condicionar a los estudiantes (por ejemplo, que piensan que los ejercicios más difíciles no los podían realizar).

Los resultados de los ejercicios sirven para tener conocimiento, en el punto de partida, de la situación de la muestra en relación a los ejercicios de Matemáticas, por lo que se realizan antes del comienzo de la experiencia. La realización al final, sirve para contrastar los resultados obtenidos en ambos grupos, considerando que uno usa el agente y el otro no lo usa. El análisis y contraste de los resultados de pretest y postest se realizó para comprobar la hipótesis “H2. Es posible que haya una relación entre el uso del agente y la capacidad de resolución o comprensión de los ejercicios por parte de los estudiantes en edad escolar” del trabajo de final de máster Tamayo-Moreno (2012). Por razones de espacio se ha considerado que esta información no era esencial en este trabajo, por este motivo no se ha añadido a este trabajo y se remite a Tamayo-Moreno (2012).

Estos ejercicios son un subconjunto de una batería de ejercicios de Matemáticas más amplia proporcionada por los profesores con 78 ejercicios de 8 tipos y 3 niveles adecuados a las características de la muestra, como material para el agente (puede encontrarse en HTTP18). Un resumen del número de ejercicios para cada nivel por tipo, puede encontrarse en Tabla 4.5.

Para el uso del agente por parte de los niños, se ha dispuesto de dos aulas en el colegio al que pertenece la muestra. Un aula de teoría, para la realización de los cuestionarios y de los ejercicios en papel, y un aula de informática, para el uso del agente por los niños, con un ordenador para cada estudiante. Además, se ha contado con un servidor en funcionamiento continuo en la Universidad Rey Juan Carlos en el que se ha alojado la aplicación (HTTP19).

**Tabla 4.5 Resumen de ejercicios matemáticos proporcionada por los profesores**

<b>Tipo</b>	<b>Nº de ejercicios de nivel 1</b>	<b>Nº de ejercicios de nivel 2</b>	<b>Nº de ejercicios de nivel 3</b>
<b>Números naturales y enteros</b>	5	2	2
<b>Divisibilidad</b>	0	1	1
<b>Fracciones</b>	2	7	4
<b>Ecuaciones</b>	1	2	8
<b>Sistema métrico decimal</b>	0	5	3
<b>Proporcionalidad y porcentajes</b>	11	6	3
<b>Estadística y probabilidad</b>	4	3	0
<b>Medidas y volúmenes</b>	3	4	1

En esta experiencia Sec-1 el área de aplicación ha sido Matemáticas y ha involucrado el área de comprensión lectora. Se realizaron dos sesiones, la primera de 10 minutos de duración y la segunda de 60 minutos, que se describen en el apartado 4.1.5.1 (observación de campo).

#### 4.1.5 Evaluación

De los dos tipos de evaluación que MEDIE propone para esta fase, en este caso, para la evaluación de resultados, solo se ha hecho uso de las técnicas de la IPO. No se ha usado técnicas Big Data, al considerarse que la cantidad de datos a analizar no era suficiente.

##### 4.1.5.1 Técnicas de Interacción Persona ordenador

Dentro de las técnicas de evaluación de la IPO, a las que se hizo mención en el apartado 2.2.4, en la Tabla 4.6 se recoge un resumen de las que han sido y no han sido empleadas para la evaluación de los datos obtenidos tras la introducción del agente Dr. Roland en el aula de Secundaria y su uso en ella.

A dichas técnicas se hace referencia a continuación, tanto las usadas como las no usadas.

**Tabla 4.6 Métodos de evaluación de la IPO usados para Secundaria**

Grupos de métodos	Tipos de métodos	¿Usado?
Métodos de inspección	Evaluación heurística	Sí
	Recorrido cognitivo	Sí
	Inspección de estándares	No
Métodos de indagación	Observación de campo	Sí
	Grupo de discusión dirigido (Focus Group)	No
	Entrevistas	Sí
	Cuestionarios	Sí
	Grabación/Registro del uso	Sí
Métodos de test	Pensando en voz alta (thinking aloud)	No
	Interacción constructiva	Sí
	Método del conductor	No
	Medida de las prestaciones	Sí

## Métodos de Inspección

### **Técnica Inspección 1. Heurística**

Se ha llevado a mediante la evaluación de las 10 heurísticas de usabilidad de Nielsen (1995). Las heurísticas fueron revisadas por tres expertos, dos de ellos doctores en informática. Tras la evaluación de las mismas, puede concluirse que el sistema es usable porque, en mayor o menor grado cumple las heurísticas evaluadas. Puede encontrarse la evaluación completa realizada en HTTP18.

### **Técnica Inspección 2. Recorrido Cognitivo**

Teniendo en cuenta la información del usuario, se plantea si el estudiante de Secundaria sería capaz de llegar a final de un ejercicio, que inicialmente no comprende, pero que acaba comprendiendo con la ayuda que le proporciona el agente, pero no lo sabe resolver. El recorrido cognitivo completo llevado a cabo, puede encontrarse en HTTP18. Se concluye que un estudiante de Secundaria puede ser capaz de realizar el planteamiento inicial, como reflejan los pasos del recorrido realizado y se deja constancia en las figuras que lo demuestran en la práctica.

### **Técnica Inspección 3. Estándares**

Se han revisado estándares y no se han encontrado estándares para la evaluación de un ACP. Esto se puede deber a que las ISO son bastante genéricas.

## Métodos de Indagación

### **Técnica Indagación 1. Observación de campo**

Para llevar a cabo la observación de campo se decidió visitar el colegio en el que se realizaron las actividades objeto de estudio y donde están los usuarios representativos, que en el caso que nos ocupa eran los niños en sus aulas, usando el agente Dr. Roland, interactuado entre ellos para realizar ejercicios de Matemáticas.

La observación de campo la realizó el profesor de los estudiantes, la autora y directora de este trabajo en el aula, durante las dos sesiones en las que interactuaron los estudiantes con el agente. Para ello, mientras los estudiantes interactuaban con el agente, se fue prestando atención y tomando nota de cómo interactuaban, su comportamiento individual, impresiones, comentarios, sus dudas, preguntas, dificultades, etc. de forma detallada.

### ***Experiencia Sec-1***

#### **Primera sesión**

En relación a la experiencia de la interacción de los niños con el agente en clase. De la primera toma de contacto de los niños con el agente, que tuvo una duración de 10 minutos cabe destacar el efecto novedad (Flores, 2012) típico del primer uso.



Durante la interacción, no tuvieron ningún problema. Los niños pudieron manejar la interfaz completamente. Sin embargo, cabe destacar, que inicialmente les costó proporcionar el resultado final del ejercicio, debido al formato que debían emplear para que fuera reconocido por el sistema. No obstante, una vez que se familiarizaron, posteriormente no supuso ningún problema. El formato que se debe emplear con el sistema es el siguiente en la introducción de respuestas que requieren insertar texto son:

- Si un ejercicio tiene varias preguntas, las respuestas a cada pregunta irán separadas por “;”, y deberán introducirse en orden.
- Si la respuesta a una pregunta es única, se pone solo el resultado.
- Si dentro de una misma pregunta, hay más de un valor, se pondrían separados por “,”, dando igual el orden.

La información asociada a la interacción de los usuarios con el agente, entre ella la de los formatos a los que se acaba de hacer referencia, se ofrecen en la ayuda que proporciona el agente.

Es destacable la motivación despertada por el agente en los niños, muy superior a cuando los ejercicios se realizaron en papel. Los estudiantes estuvieron atentos durante todo el periodo de exposición en clase, con una distracción mínima, y se involucraron en la realización de los ejercicios, preguntando dudas y mostrando un alto nivel de interés.

En línea con lo anterior, se destaca también la actitud participativa de los alumnos y su intención de superarse en cada ejercicio, buscando otros medios que les ayudasen en la resolución numérica de los ejercicios, como calculadoras o papel para realizar los cálculos.

En este punto, mencionar la distinción entre el nivel de comprensión de los ejercicios y el nivel de resolución, por su importancia en el estudio realizado para el nivel de Secundaria. Para comprenderlo, es necesario saber qué es lo que te están pidiendo. Mientras que la resolución depende del grado de conocimiento de Matemáticas. Relacionado con esto, se sitúa el apoyo para la realización de cálculos a la que se hacía referencia previamente. Puesto que si los niños entienden el ejercicio, si por ejemplo, se presenta una operación muy larga y compleja, les puede suponer gran cantidad de tiempo e incluso equivocarse en los cálculos, que queda fuera del objetivo de agente. Así, cualquier apoyo como papel aparte para facilitar el proceso de cálculo o incluso calculadoras.

Otro aspecto a destacar es la actitud colaborativa entre los niños, comparando resultados y ejercicios realizados entre ellos, etc. En relación a los comentarios que realizaban durante el uso del agente, los principales se centraban:

- ⤴ Inicialmente, cuando los niños no conocían el formato en el que tenían que introducir los resultados, se centraban en cómo se tenía que introducir, preguntándonos a nosotros y entre los propios niños.
- ⤴ Se realizaban consultas en relación a los cálculos que no sabían realizar.
- ⤴ Preguntaban el significado de palabras de las que desconocían su significado.
- ⤴ Realizaban comparaciones entre ellos durante el tiempo de exposición, del tipo: “yo ese ejercicio ya lo resolví, aunque no lo hice bien”, “yo ya pasé por ese ejercicio”, “he

realizado x ejercicios”, “he tenido bien x ejercicios”, “me he equivocado en x ejercicios”, “voy x ejercicios más adelantado que tú”, “ya hice el ejercicio, así que si tienes dudas en los cálculos pregúntame si quieres”, “creo que entiendo lo que me pide el ejercicio, aunque no sé cómo resolverlo, ¿cómo se haría?”, “se calcularía así”, etc.

De esta manera, puede comprobarse, que, en general, la interacción con el agente no resultó complicada a los niños, excepto al principio, en la primera toma de contacto, hasta que se familiarizaron con el formato de entrada.

Las preguntas que realizaban al inicio, están relacionadas con el desconocimiento del uso del agente, al ser la primera vez que utilizaban un agente de estas características. Lo mismo sucede con la introducción de los resultados y la necesidad de los niños de aprenderse el formato de entrada según el caso en el que se encuentren. Así como el hecho de hacerles entender que para que el agente pueda comprobar si son correctos hay que meterlos de esa manera concreta.

Se pidió a los estudiantes que enviaran un correo para decidir, como en un concurso, qué imagen sería la cara de Dr. Roland y se ofreció un enlace para que pudieran acceder al sistema desde cualquier ordenador conectado a Internet, pero en el intervalo entre el 24 de abril y el 3 de mayo de 2012, ningún estudiante usó el sistema vía online, y tampoco se recibió ningún correo con imágenes. Por lo que se mantuvo la imagen de Dr. Roland.

### **Segunda sesión**

En la segunda sesión los niños usaron el agente sin problemas. Las dudas que se plantearon en la primera sesión en cuanto a la introducción de las respuestas, se habían resuelto. Finalmente, del análisis de los comentarios, puede extraerse la actitud positiva y participativa de los usuarios frente al agente y sus compañeros. Así como la motivación, muy superior a cuando se realizaron los ejercicios en papel. En este sentido, el estudio cualitativo de la reacción de los estudiantes revela, sin embargo, y a pesar del poco tiempo de exposición, mayores niveles de motivación en clase, consiguiendo centrar la atención de los estudiantes.

### **Técnica Indagación 2. Focus Group**

Este método no pudo ser llevado a cabo, en este caso por temas de tiempo, tanto para reunir a un grupo de entre 6 y 9 personas representativas, como organizarlo y realizarlo. Por ello, tomando en consideración la apreciación de Rodeiro (2001) acerca de que, la elección de unos métodos u otros va a depender de aspectos como los costes y lo que se obtendrá con su uso, siendo en este caso costes de tiempo, se decidió realizar otros métodos de indagación en lugar de este. No obstante, no se descarta su realización futura.

### **Técnica Indagación 3. Entrevistas**

Se pudo entrevistar al profesor de Matemáticas, acerca de su opinión sobre la experiencia llevada a cabo, respondiendo: *“proyectos como el realizado, y embarcarse en otros de*

*similares es importante, de gran utilidad para los alumnos, y además son métodos de enseñanza alternativos a los tradicionales, estando más relacionados con la nueva realidad de la sociedad y de cara a la importancia de las nuevas tecnologías”, y para los estudiantes, “la utilidad de estos agente en los procesos de aprendizaje, como método alternativo de enseñanza y más relacionado con sus costumbres, que es el uso de tecnologías prácticamente a diario. Destacando la mayor motivación y actitud participativa, así como la importancia que conceden a que el agente les ayude”.*

De lo que puede extraerse una opinión favorable hacia la experiencia llevada a cabo. Así como consideración e importancia otorgada a la realización de este tipo de proyectos.

#### **Técnica Indagación 4. Cuestionarios**

Se realizó un cuestionario de opinión a 18 niños de forma previa al uso de la aplicación (dicho cuestionario puede encontrarse en el Apéndice A.1.1, e información más detallada de las respuestas en Tamayo-Moreno (2012) y en HTTP18). Los niños tienen entre 12 y 13 años. El 77,78% de los encuestados son niñas.

En relación a sus *gustos respecto a los ordenadores*, es importante conocer el grado de aceptación o rechazo ante los mismos, puesto que va a ser un factor determinante de su reacción ante el agente, ya que los niños interactuarán con el agente usando el ordenador. Todos los participantes se muestran a favor, aunque uno de ellos indica que le gustan para jugar. La actitud hacia el ordenador de todos los niños es favorable.

Del análisis de la *disponibilidad del ordenador en casa*, lo que es importante, puesto que puede facilitar el uso del agente desde casa, siempre y cuando las condiciones lo permitan (legales, tiempo, actitud de los padre,...), es la que se muestra a continuación. Todos los estudiantes disponen de ordenador, internet en casa y correo electrónico.

Sobre el *permiso de sus padres para conectarse a Internet* un 61% puede usar el ordenador algunas veces, y el resto de los estudiantes a diario.

En relación al *uso del ordenador para estudiar en casa*, solo uno lo utiliza un poco a diario, y dos no lo utilizan, mientras que el resto lo usan a veces.

En relación a sus *gustos sobre el estudio con ordenador*, el porcentaje de los estudiantes a los que no les gusta estudiar con el ordenador o les gusta estudiar en clase y en casa con él, si sitúan en un tercio, mientras que, quienes les gusta estudiar con él, o estudiar con él en clase, se reparten el tercio restante en partes iguales.

Conocer *cuánto les gustan las Matemáticas* es fundamental, puesto que el agente es de comprensión lectora aplicado a la resolución de ejercicios de Matemáticas. Es mayoritaria la opción de que les gusta a veces con un 72,22%, un 16,67% indica que son necesarias y les gustan, mientras que el 11,11% restante indican que aunque son necesarias no les gustan.

Las opiniones sobre el *grado de dificultad de la comprensión de los ejercicios de Matemáticas*, son fundamentales, dado que es el tema que nos ocupa y que centra uno de los objetivos a los que se dirige el agente. El porcentaje más elevado con un 72,22% opinaba que

a veces es difícil. Entre las opiniones, que suponían el 22,22%, se encontraban algunas como: "pienso que depende del problema", "depende de lo que se sepa del problema, es decir, de lo estudiado", "si lo leo una y otra vez no es difícil", "depende del problema que pongan", "a veces están mal expresados"; "algunas palabras", "resultan fáciles o difíciles dependiendo del ejercicio" o "muchas veces no indican correctamente lo que quieren decir". El porcentaje restante, un 5,56% afirmaron que sí.

En relación a la *comprensión de un ejercicio de Matemáticas*, en general, es importante en el mismo sentido que lo anterior. El 50% necesitan leerlo varias veces para entenderlo, y el otro 50% lo entienden a la segunda.

En relación a la opinión sobre la *posibilidad de disponer de un programa de ordenador*, que ayudase a comprender los ejercicios, las valoraciones que han dado (0-10, siendo 0 la mínima), respecto a cómo les gustaría que fuese en los aspectos que se presentan, han sido los representados en Tabla 4.7.

Todas las valoraciones, excepto "que el programa haga gestos con el cuerpo" y "que el programa tenga forma de niño/a" que son ligeramente inferiores a 5, se sitúan por encima de la media. Siendo el valor más elevado "que el programa me diera buenos consejos".

**Tabla 4.7 Respuestas en relación a diferentes aspectos que podría tener un programa**

Aspectos a valorar	Valoración media
Que el programa sea simpático	7,5
Que el programa haga gestos con la cara	6,11
Que el programa haga gestos con el cuerpo	4,94
Que el programa me diera buenos consejos	9,44
Que el programa hablara en voz alta	6,88
Que el programa me animara a seguir trabajando	8,44
Que el programa me diga lo que hago mal	8,38
Que el programa recordara lo que le digo	7,5
Que el programa tenga forma de niño/a	4,83

En relación a *cómo les gustaría que fuese el programa*, las opiniones son variadas, siendo la de similitud con los profesores la más elevada, con un 50%, seguida por la de los amigos, en torno a un 30%, y un 0% solicita la similitud con los padres. En cuanto a las opiniones escritas por los propios estudiantes (no seleccionadas entre las proporcionadas en el cuestionario), que suponen el 16,67%, han sido diversas, del estilo de "todos en general", "mis profesores más simpáticos", "como cualquier programa, pero como estudiantes inteligentes", "un experto enseñanza de Matemáticas" o "un cuaderno de apoyo para practicar y entender ejercicios" o "no me importa como sea, solo quiero que me ayude y enseñe".

**Tabla 4.8 Respuestas cuál debe ser la reacción del agente cuando no se está atento**

	Número de respuestas	Porcentaje (%)
No hacer nada	1	5,56
Decirme que tengo que estudiar más	6	33,3
Mostrarme que si no estudio voy a suspender	9	50
Decirme que se va a chivar a mis profesores	2	11,11
Decirme que se va a chivar a mis padres	0	0

**Tabla 4.9 Respuestas en relación a la forma del programa**

	Número de respuestas	Porcentaje (%)
Tuviera forma de niño	1	5,56
Tuviera forma de niña	5	27,78
Tuviera forma de perrito / gatito	4	22,22
Tuviera forma de muñeco	2	8,11
Tuviera forma de robot	2	11,11
Opinión	4	22,22

En relación al caso en el que *no se entiende un ejercicio de Matemáticas*, y se les consulta *qué les gustaría que hiciese el programa*, las respuestas se recogen en la Tabla 4.10.

**Tabla 4.10 Respuestas al comportamiento si no se entiende un ejercicio de Matemáticas**

	Número de respuestas	Porcentaje (%)
Explicarlo con uno o más ejercicios/ejemplos parecidos	2	11,11
Darte consejos	0	0
Explicarlo	6	33,33
Explicarlo todas las veces que se necesario	1	5,56
Explicarlo despacio, paso a paso y que se le pueden preguntar dudas	8	44,44
Explicarlo, dar una pista para empezar a realizarlo y/o que ayude a saber qué es lo que tengo que hay que hacer	1	5,56

Cuando se consulta sobre cuál debe ser la reacción del programa, cuando no se está atento, las respuestas son las que se muestran en la Tabla 4.8. La opción mayoritaria es que si no se está atento el programa debería mostrarle que va a suspender con un 50%, seguida por aquella en la que indicaría que debería estudiar más con un 33.33%. Mientras que la siguiente con un porcentaje de 11,11%, se refiere a que debería avisar a los profesores, y el resto que no debería hacer nada, ya que, de la otra opción restante, el porcentaje es de 0%.

En relación a la forma que les gustaría que tuviese el programa, las respuestas son las que se muestran en la Tabla 4.9. El porcentaje mayoritario ha sido, que tenga forma de niña (27,78%), seguido con un porcentaje del 22,22 % por la de perrito/ gatito y por la aportación abierta de opinión, siendo éstas: “un joven guapísimo”, “un profesor”, y “algo normal para no desconcentrarte”. La de menor porcentaje es la de forma de niño (5,26%).

Las respuestas han estado en torno a las explicaciones, la más repetida fue “explicarlo despacio, paso a paso y que se le pueden preguntar dudas” (44,44%), la siguiente fue “explicarlo” con un 33,33%. A ella le sigue la que se refiere a la explicación con ejemplo y/o ejercicios similares (11,11%), y finalmente, las dos últimas que tiene porcentaje diferente de cero (con un 5.26%) son “explicarlo, dar una pista para empezar a realizarlo y/o que ayude a saber qué es lo que tengo que hacer” y “explicarlo todas las veces que sea necesario”. En relación a las respuestas dadas, algunos de los fragmentos de las mismas son: “si no lo entiendo me gustaría que me lo explicara paso a paso”, “explicarlo lentamente y con paciencia”, “explicármelo bien y despacio como un profesor particular” o “darse prisa para solucionarlo, y si fallas mucho, resolverlo y explicártelo”, ver Tabla 4.10.

Sobre el número de veces que les gustaría usar el programa a la semana, las respuestas son variadas. Entre las respuestas se encuentran fragmentos como “todos menos los sábados y los domingos”, “depende”, “las veces que tenga que preparar un examen, es decir, tres días antes del examen, repasar con ordenador”, “todos los martes y jueves que es cuando tengo rato libre”, “todos los días, ya que siempre, suelo tener ejercicios de Matemáticas”. Entre las del final, “cuando necesito ayuda”, “siempre que tenga Matemáticas”, “los cinco días del colegio”. La opción mayoritaria es la de 2 ó 3 veces por semana con un 61,11%.

En relación a las respuestas sobre si les gustaría usar el programa en casa, y/o en clase, como en el caso anterior, las respuestas son muy variadas. Entre las respuestas se encuentran fragmentos como “me daría igual, estaría bien usarlo en los dos sitios”, “si, si me ayuda”, “en los dos sitios”, “si, si es divertido, prefiero usarlo en clase, es más adecuado”, “en casa porque me concentro más que en clase”, “en los dos sitios, por si en casa surgen dudas con los ejercicios”. La opción mayoritaria es aquella en la que les gustaría emplearlo en clase y en casa (61,11%). No hay nadie que indique que en ninguno de los dos. Un 16,67% indica que solo en casa y un 22,22% sólo en clase.

Finalmente, en relación a la cuestión de si creen que el uso del programa les puede ser útil, las respuestas, al ser abiertas, se recogen en la Tabla 4.11. La respuesta mayoritaria es el “si” (88,89 %), y las otras dos respuestas: “sí, y mucho” y “no lo sé” teniendo ambas el mismo

porcentaje (5.26 %). En relación a las respuestas dadas, algunos de los fragmentos de las mismas son: “Si, bastante, para explicarme cosas que no entiendo cuando no se lo pueda preguntar a mi profesor”, “Pues espero que sí, y creo que si.”, “Si, me ayudará, si me lo explica bien desde un inicio”, “porque hay gente que le gustan los ordenadores”, “como una clase de apoyo”, “Si, ya que me ayudaría a y animaría en los estudios”, “Si, porque en Matemáticas, los problemas son lo que se me da mal”.

**Tabla 4.11 Cuestionario de Secundaria: si creen que el programa les puede ser útil**

	Número de respuestas	Porcentaje (%)
<b>Sí, y mucho</b>	1	5,56
<b>Si</b>	16	88,89
<b>A veces</b>	0	0
<b>No lo sé</b>	1	5,56
<b>No</b>	0	0

Lo más característico y en común de las respuestas, sobre si creen que el agente les puede resultar útil, es una afirmación positiva mayoritaria (94,54%).

#### **Técnica de Indagación 5. Logging o grabación de uso**

La Tabla 4.11 recoge medidas globales de la grabación del uso registrado por el agente Dr. Roland mientras lo usaban los estudiantes de Secundaria.

**Tabla 4.12 Evaluación - Grabación del Uso en Secundaria: medidas globales**

Medida	Secundaria
<b>Número de colegios (experiencias)</b>	1
<b>Número sesiones totales</b>	2
<b>Número de sesiones medias por colegio</b>	2
<b>Número de ejercicios totales hechos</b>	227
<b>Número de ejercicios medios hechos por colegio</b>	227
<b>Tiempo total de uso (minutos)</b>	70
<b>Tiempo medio de uso por colegio (minutos)</b>	70
<b>Tiempo medio total de ejercicios</b>	3,24
<b>Tiempo medio de ejercicios por colegio</b>	3,24

Como se puede observar, el tiempo total de uso fue de 70 minutos. Se realizaron un total de 227 ejercicios, empleando una media de 3,24 minutos para cada uno de ellos. La Tabla 4.13 recoge las medidas por experiencia, y la Tabla 4.14 recoge una serie de medidas del uso, por sesiones de cada una de las experiencias, entendiendo como experiencia el colegio en el que se usa el agente, y como sesión cada uno de los días en los que se ha puesto en práctica el agente.

Una experiencia (Sec-1) y dos sesiones en este caso. Recoge los modos de comunicación entre el usuario y el agente, cómo se introducen las respuestas. Así como si el agente se ha usado de forma individual por cada niño, en parejas, grupos o toda la clase lo ha usado al mismo tiempo, es decir, todos los estudiantes visualizaban el agente habiendo una única interacción. El uso ha sido individual y en todos los casos se ha usado el modo y la comunicación mediante texto.

**Tabla 4.13 Evaluación - Grabación del Uso en Secundaria: medidas por experiencia**

Medidas	Experiencia Sec-1 (2 sesiones)
Edad de los niños	12-13
Edad media de los niños	12,5
Número de sesiones	2
Número de niños que lo han usado	19

**Tabla 4.14 Evaluación - Grabación del Uso en Secundaria: medidas por sesión**

Medidas	Experiencia Sec-1: Sesión 1	Experiencia Sec-1: Sesión 2
Modo de introducir respuesta (test con selección, voz, texto)	Texto	Texto
Comunicación por audio del agente/sólo texto (lee el niño o profesor)	Texto	Texto
Modo de uso (todos a la vez, grupos, parejas, individual)	Individual	Individual

### **Métodos de Test**

#### **Técnica Test 1. Thinking Aloud o pensando en voz alta**

Este método no se llevó a cabo puesto que pedir a los usuarios, en este caso estudiantes que están interactuando individualmente con el agente, que expresen libremente en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones mientras que interactúan con él y sobre el diseño y la funcionalidad del sistema, se hace un poco complejo por el alto nivel de ruido y, por regla general a las personas no les gusta, y a los niños tampoco, hablar solos.



### **Técnica Test 2. Interacción Constructiva**

La información para la realización de este método, se ha recogido de todos los comentarios, impresiones y opiniones que los niños intercambiaban entre ellos durante el uso del agente.

Al inicio, cuando no estaban familiarizados con el modo de introducir respuestas, sus preguntas se orientaban a ellos. Además, se realizaban consultas en relación a los cálculos que no sabían realizar, preguntaban el significado de palabras de las que desconocían su significado.

**Tabla 4.15 Ev. - Medidas de las prestaciones en Secundaria: medidas por experiencia**

<b>Medidas</b>	<b>Experiencia Sec-1 (2 sesiones)</b>
<b>Número Ejercicios totales hechos en cada experiencia</b>	227 totales entre 19 niños
<b>Número Ejercicios medios hechos en cada experiencia por sesión</b>	113,5 entre 19 niños
<b>Tiempo total de uso por experiencia (minutos)</b>	70 minutos cada niño
<b>Tiempo medio de uso por experiencia por sesión (minutos)</b>	35
<b>Dispositivo usado</b>	Ordenadores
<b>Número Ejercicios respondidos correctamente por experiencia</b>	72
<b>Número de Ejercicios respondidos correctamente por experiencia por sesión</b>	36
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia</b>	31,72%
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia por sesión</b>	31,72%
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia(minutos)</b>	3,24
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia por sesión(minutos)</b>	3,24

Otro tema destacable, era las comparaciones que realizaban entre los propios niños, del tipo: del tipo: “yo ese ejercicio ya lo resolví, aunque no lo hice bien”, “yo ya pasé por ese ejercicio”, “he realizado x ejercicios”, “he tenido bien x ejercicios”, “me he equivocado en x ejercicios”, “voy x ejercicios más adelantado que tú”, “ya hice el ejercicio, así que si tienes

dudas en los cálculos pregúntame si quieres”, “creo que entiendo lo que me pide el ejercicio, aunque no sé cómo resolverlo, ¿cómo se haría?”, “se calcularía así”, etc.

Se recogieron también comentarios como: “Me gusta que el sistema me pregunte todas las veces que sea necesario”, “Me gusta que me explique el problema detenidamente”, “Me gusta ir paso a paso”, “Me gustaría que me diera ejemplos.

### **Técnica Test 3. Método del Conductor**

No ha sido necesario puesto que todos los estudiantes pudieron usar Dr. Roland sin necesidad de ser guiados.

### **Técnica Test 4. Medida de las Prestaciones**

La Tabla 4.15 recoge una serie de medidas para la experiencia de uso de Dr. Roland en Secundaria.

Recoge números de ejercicios realizados, respondidos correctamente, tiempos de uso, tiempos medios de ejercicios y una serie de porcentajes. El dispositivo de uso han sido ordenadores. El tiempo medio de uso por sesión es de 35 minutos. El número de ejercicios respondidos correctamente por experiencia (colegio) es 72, por experiencia y por sesión es 36, el porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total de ejercicios hechos por experiencia es del 31,72%, mientras que por sesión coincide. El tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia (minutos) es de 3,24.

Se recoge una serie de medidas por sesiones de cada una de las experiencias en la Tabla B.2 (por razones de espacio la tabla con datos relativos a las sesiones se encuentra en el Apéndice B.1.2), entendiéndose como experiencia aquello que se mencionó previamente, y como sesión cada uno de los días en los que se ha puesto en práctica el agente. Una experiencia (Sec-1) y dos sesiones en este caso. Recoge los ejercicios realizados, tiempos de uso, dificultades en la interacción, porcentajes de ejercicios resueltos de voz o por teclado, uso de reintentos en los ejercicios, uso de la ayuda, ejercicios respondidos correctamente o entendimiento de los ejercicios.

Añadir que se ha considerado que un ejercicio se ha resuelto correctamente, cuando así ha sido en una misma realización del ejercicio, independientemente del número de reintentos en la misma. A diferencia de lo que sucede para Infantil y Primaria y que se comentará en sus apartados correspondientes de medidas de las prestaciones.

El tiempo total de uso por sesión fue de 10 minutos la primera y 60 minutos la segunda, todos los ejercicios se realizaron por teclado. El porcentaje de ejercicios en los que no se entendía lo que preguntaba fue del 28% y del 13,56% en cada una de las sesiones, porcentaje que coincide con los ejercicios en los que se ha hecho uso de la ayuda. Lo que indica que los niños han hecho uso de la misma cuando no entendía qué se les pedía. El porcentaje de ejercicios respondidos correctamente en la primera sesión ha sido de 23,95% y en la segunda de 33,94%.

El algoritmo **RUANLP para la parte de Secundaria**, presentado en el apartado 4.2.2, guía la interacción y el diálogo entre los estudiantes y el Agente Dr. Roland. Dicho algoritmo ha sido puesto en práctica y usado en el aula para el área de Matemáticas, durante la realización de ejercicios, siendo capaz de guiar la interacción entre los estudiantes y el agente.

#### 4.1.5.2 Técnicas de Big Data

Como se indicó al inicio del apartado de evaluación, no se ha usado técnicas Big Data, al considerarse que la cantidad de datos a analizar no era suficiente.

## 4.2 Integración en el aula de Educación Primaria

En este apartado se hace referencia a la aplicación de MEDIE para adaptar el agente Dr. Roland de niveles de Secundaria a Primaria (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016d). En este caso, la necesidad conjunta surge, por un lado, del vacío detectado en la revisión de la literatura realizada, al no haberse encontrado una metodología completa que indique cómo diseñar, integrar en el aula y evaluar un ACP en Primaria, así como la adaptación entre niveles.

Por otro, de personas del ámbito educativo que habiendo casi acabado su etapa universitaria, se encuentran en una fase de prácticas de docencia, en la que desean emplear métodos y tecnologías más innovadoras como son los Agentes Conversacionales Pedagógicos para trabajar con los niños, y se encuentran con la falta de las mismas. No cuentan con tecnologías que se adapten a sus necesidades, con un diseño que se adapte a sus alumnos, en español (sirva como ejemplo que gran parte de los agentes son en inglés, como se ha podido comprobar en la revisión de la literatura, puede apreciarse en la Tabla 2.2, siendo el idioma otro factor importante a considerar), que incluya su contenido educativo, que puedan tener capacidad de opinión y valoración en el proceso o que puedan introducir y usar en sus aulas.

De esta manera, estando en contacto con la autora y directora de esta tesis, se decide usar la metodología MEDIE (propuesta en el capítulo 3), para el diseño, integración en el aula y evaluación de un ACP adaptado a lo que previamente se comenta, partiendo del existente para Educación Secundaria.

En la Figura 4.10 puede observarse, de forma gráfica, la aplicación de MEDIE para Educación Primaria. Concretamente, el trabajo realizado en cada una sus fases y que se presenta en los siguientes apartados. Para ello, se ha establecido la correspondencia entre las fases de MEDIE, presentada en el capítulo tres, que se encuentra en el lado izquierdo de la imagen, con el trabajo realizado durante la aplicación de MEDIE para Educación Primaria en cada una de las fases (parte derecha de la imagen). Además, en la Figura 4.11 puede observarse representación de la aplicación de MEDIE de forma iterativa e incremental.

La parte de la comunicación se representa a lo largo de todo el eje, por que ha sido continua en todo el intervalo que ha durado el trabajo (punto “c” en color morado) al igual que la evaluación de resultados (punto “b” de color verde).

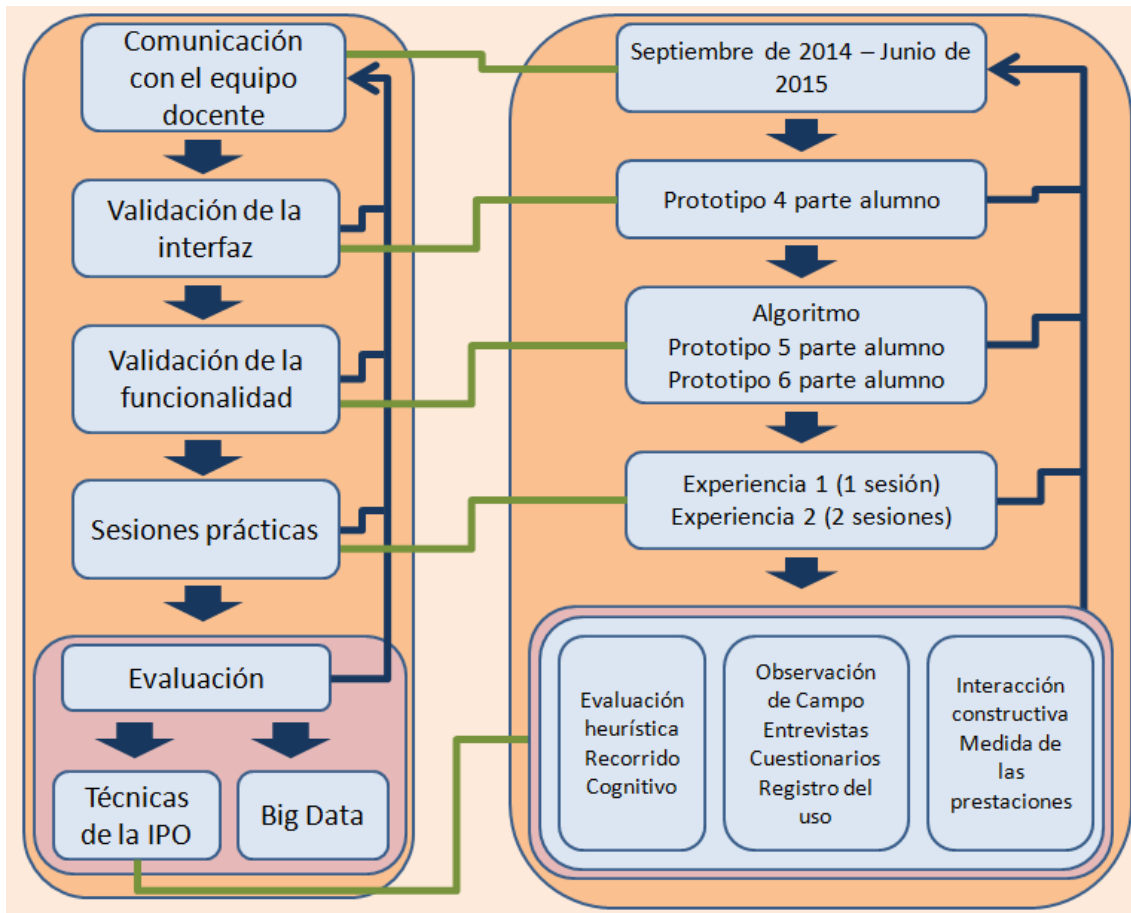


Figura 4.10 Aplicación de MEDIE en Educación Primaria

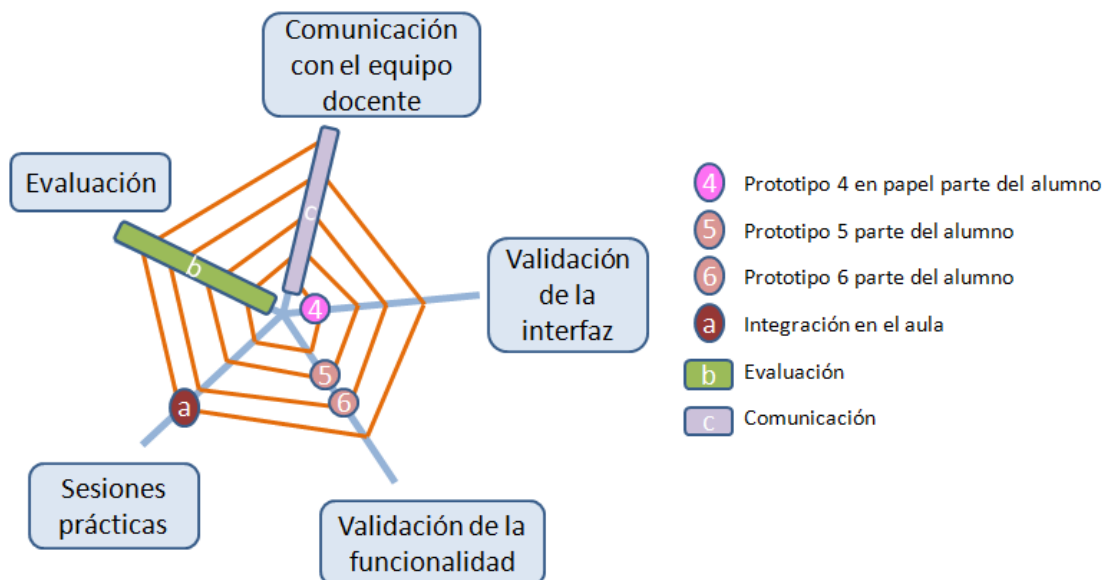


Figura 4.11 Diagrama iterativo e incremental de la aplicación de MEDIE en Primaria

En la imagen también se sitúan los prototipos involucrados en todo el proceso, siguiendo el orden en el que se han ido realizando, son los prototipos 4, 5 y 6 de la parte del

alumno (puntos 4, 5 y 6 en color rosa de la imagen). Seguidamente, una vez se tenían los prototipos preparados para ser introducidos en el aula, se produjo la integración en la misma (punto “a” de color granate en la imagen).

#### 4.2.1 Comunicación con el equipo docente

El equipo docente está formado por dos personas del ámbito educativo que habiendo casi acabado su etapa universitaria, se encuentran en una fase de prácticas de docencia en colegios. Estas personas son a su vez quienes ponían en contacto con las tutoras de las aulas en las que se integró el ACP. Además, en la comunicación participan la directora y la autora de este trabajo, actuando como la parte informática investigadora.

La comunicación con los representantes educativos, se realizó de forma fluida por email durante los meses de septiembre de 2014 a junio de 2015. A mediados de octubre de 2014 se realizó una reunión presencial. En la Tabla 4.16 puede verse un resumen de la comunicación mantenida por medios electrónicos con los representantes educativos mencionados. El contenido se muestra en periodos de meses, ya que al no existir reuniones concretas, a excepción de la primera, se hace más complejo detallar individualmente cada uno de los contactos mantenidos.

**Tabla 4.16 Resumen de la comunicación de Primaria en periodos mensuales**

<b>Periodos Mensuales</b>	<b>Contenido</b>
<b>Septiembre de 2014 - Octubre de 2014</b>	Primer contacto presencial del equipo completo de trabajo (estudiantes en prácticas, autora y coautora de este trabajo). Presentación del agente Dr. Roland desarrollado para Secundaria. Presentación de un prototipo en papel. Explicación del algoritmo
<b>Octubre de 2014 - Noviembre de 2014</b>	Validación prototipo 4 en papel Presentación de avances y refinamientos, validación de ello. Petición del contenido a incorporar en el agente
<b>Noviembre de 2014 - Abril de 2015</b>	Presentación de avances y refinamientos, validación de ello. Validación del prototipo 5 de la parte del alumno. Validación del prototipo 6 de la parte del alumno.
<b>Abril de 2015 - Mayo de 2015</b>	Integración y uso en el aula Evaluación de las sesiones

Los trabajos para el desarrollo del nuevo agente, partieron del prototipo desarrollado para el nivel de Secundaria, adaptado acorde a las necesidades y características del equipo docente. Se empleó, en la primera fase, un prototipo en papel, donde se les mostraba, una primera aproximación del agente, y del agente existente para Secundaria. Para mostrar este

último, y los diferentes prototipos del agente en las fases siguientes a la del prototipo en papel, a medida que se avanzaba en el desarrollo, se ha empleado una aplicación web (HTTP19).

Para el contacto continuo entre los miembros involucrados en el proceso, realizar consultas, comentar dudas, etc., se ha hecho un uso constante de los medios que proporcionan las nuevas tecnologías, fundamentalmente, del correo electrónico.

**Tabla 4.17 Perfil de los usuarios de Primaria**

Los usuarios son niños de sexto curso de Primaria, entre 11 y 12 años. Aunque estén en el ciclo de Primaria, están en el último curso, por lo que tienen cierta competencia tecnológica, estando habituados a usarla, prácticamente, a diario.

Las representantes del ámbito docente son dos estudiantes de prácticas del Grado de Educación Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos con mención en Educación Física, que habiendo casi acabado su etapa universitaria, se encuentran en una fase de prácticas de docencia en colegios. Se muestran muy favorables al uso de las nuevas tecnologías en las labores educativas.

En cuanto a los profesores de Educación Física de los niños que usaron el agente, aunque no son parte directa del proceso en todas las fases, sí que lo fueron indirectamente y en la parte de introducción en el aula. Tienen una edad media y mostraron una actitud colaboradora, manifestando su respaldo y consideración a este tipo de proyectos, lo que se refleja en su apoyo para la realización de los mismos.

**Tabla 4.18 Necesidades de los profesores de Primaria**

Estudiantes en prácticas del Grado de Educación Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos con mención en Educación Física, desean emplear métodos y tecnologías innovadoras para trabajar con los niños, y se encuentran con la falta de las mismas. Necesitan tecnologías que se adapten a sus necesidades, con un diseño que se adapte a sus alumnos, en español, que incluya su contenido educativo de Educación Física, que puedan tener capacidad de opinión y valoración en el proceso y que puedan introducir y usar en sus aulas.

En la primera reunión, celebrada a primeros de octubre de 2014, se habla con las estudiantes en prácticas, y se establece quiénes van a ser los usuarios del agente. Se explicó la idea inicial que se tenía del agente, para lo que se les mostró el prototipo 3 del agente para Secundaria, resultando en lo que sería el prototipo 4 en papel de la parte del alumno de Primaria.

**Tabla 4.19 Resumen de los requisitos resultantes de las reuniones para Primaria**

Identificador	Requisito
<b>Prim-R1</b>	El agente podrá ser usado por niños de 11 y 12 años
<b>Prim-R2</b>	El agente debe incorporar contenido educativo de Educación Física
<b>Prim-R3</b>	Agente tiene que tener parte del niño para Primaria
<b>Prim-R4</b>	El agente en su interacción con el usuario, le ofrecerá preguntas tipo test para que responda al ejercicio
<b>Prim-R5</b>	El agente deberá tener una parte del alumno con una interfaz sencilla que no distraiga la atención, similar a la de Secundaria: imagen, enunciado y zona de interacción.
<b>Prim-R6</b>	El agente para la interacción con el usuario debe emplear un modo con el que los estudiantes estén familiarizados
<b>Prim-R7</b>	El agente en el área de interacción con el alumno, para preguntas de introducir texto, incorporará preguntas tipo chat: introduce texto + intro
<b>Prim-R8</b>	El agente en el área de interacción con el alumno incorporará preguntas de opciones en forma de lista desplegable, para evitar que el alumno tenga que recordar
<b>Prim-R9</b>	El agente debe incorporar el material proporcionado por el profesor
<b>Prim-R10</b>	El agente mostrará las posibles respuestas al ejercicio y el estudiante podrá seleccionar la que sea correcta
<b>Prim-R11</b>	El algoritmo que guía el diálogo y la interacción será el de Secundaria, considerando la adaptación de respuestas a ejercicios modo test. Y teniendo presente que la comprensión, dada la característica de los enunciados cortos y directos, no cobra importancia
<b>Prim-R12</b>	El agente en la parte del alumno incorporará una imagen estática
<b>Prim-R13</b>	El agente informará del resultado al alumno cuando seleccione una respuesta, se le informa del resultado. Aparecerá en verde la opción correcta y en rojo las incorrectas
<b>Prim-R14</b>	El agente en la parte del alumno incorporará una imagen relacionada con el baloncesto
<b>Prim-R15</b>	El agente deberá responder siempre al estudiante como corresponde, en función de la situación y acorde a la acción/respuesta del usuario

En relación a la comunicación establecida hasta noviembre. En general, la interfaz del agente les pareció adecuada para poder utilizarse en Educación Primaria. Se trató el tipo de

preguntas y cómo querían que se pidiera la respuesta al ejercicio. Así como aspectos del algoritmo, especialmente relacionados con la comprensión.

Desde noviembre hasta abril se fueron realizando avances, refinamientos, y validaciones de ello. Se trataron aspectos del modelado del algoritmo, la imagen, acerca de cómo se mostraría el resultado, y se presentaron los prototipos 5 y 6 y la versión final del algoritmo, resultando así en la parte del alumno validada, que en los meses de abril y mayo se integró y usó en dos colegios.

Los docentes concluyeron que se trata de una interfaz sencilla e intuitiva. No obstante, serán los alumnos quienes entren en contacto con la interfaz del estudiante, y la evaluarán y validarán durante su uso, identificando posibles problemas que se presenten, modificaciones, u otras sugerencias de cambio.

En definitiva, la parte del alumno se ajusta a lo que fue estableciendo durante la comunicación, y se mostraron satisfechos, porque cumple con las expectativas. El trabajo derivado del contenido de las comunicaciones, se detalla en los siguientes apartados.

Se presentan una serie de tablas en la que se recoge el perfil de los estudiantes (Tabla 4.17), las necesidades (Tabla 4.28) y una lista de requisitos ( la Tabla 2.1 muestra un resumen de los mismos, mientras que la Tabla B.3, que se encuentra en el Apéndice B.2.1, recoge la descripción completa, incluyendo cuándo se establecieron, validaron y cómo se hizo) resultantes de las reuniones, que se irán validando en los siguientes apartados, en ellos también se detalla el trabajo derivado del contenido de las reuniones. En la Tabla B.3 (Apéndice B.2.1), en la columna de modo de validación, cuando se indica “aprobación verbal” se refiere a que no se necesitó validar el requisito con la existencia de un prototipo o algoritmo, sino que hubo una aprobación verbal durante el proceso de comunicación, una vez que los docentes tomaron la decisión, coincidiendo así el momento de establecimiento y validación del requisito.

#### **4.2.2 Validación de la interfaz**

En este apartado, se va a hacer referencia a validaciones realizadas hasta obtener el prototipo del alumno que será introducido en las aulas de Primaria. La parte del profesor no sufrió modificaciones, como se indica a continuación.

El equipo docente indica que quieren que el agente sea de Educación Física (establecimiento y validación requisito Prim-R2), ya que eran estudiantes de prácticas del Grado de Educación Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos con mención en Educación Física. Destacar que el tiempo de establecimiento y la validación del requisito Prim-R2, y los requisitos Prim-R1 y Prim-R3, a los que se hará mención a continuación, coinciden porque fueron decisiones directas del equipo docente que en sí mismas se establecen y validan, no necesitando ningún prototipo para validarlo (aprobación verbal).

En esta ocasión, puesto que ya se contaba con el agente Dr. Roland las comunicaciones con los docentes que necesitaban un agente para el dominio de Educación Física partieron del



prototipo desarrollado para el nivel de Secundaria, indicándose que el agente se podría adaptar conforme a sus necesidades y características.

En la reunión presencial, celebrada a primeros de octubre de 2014, se habla con las estudiantes en prácticas, y se establece que los usuarios del agente son los profesores y los niños de sexto de Primaria, de edad comprendida entre los 11 y 12 años (con ello se establece y valida el requisito Prim-R1), por lo que se decidió hacer la parte de los niños, estableciendo y validando así la existencia de esta parte en el agente (requisito Prim-R3).

Las estudiantes en prácticas pidieron a la informática que introdujese los ejercicios que tenían para poder usar el agente. El diseño de la parte del agente del alumno se realizó en diferentes etapas. En cada una de las etapas, se validaba lo anterior, y detectaban errores o nuevos cambios. Así, los resultados de cada una de esas reuniones fueron los que se irán presentando.

#### **4.2.2.1 Parte del estudiante: Prototipo 4**

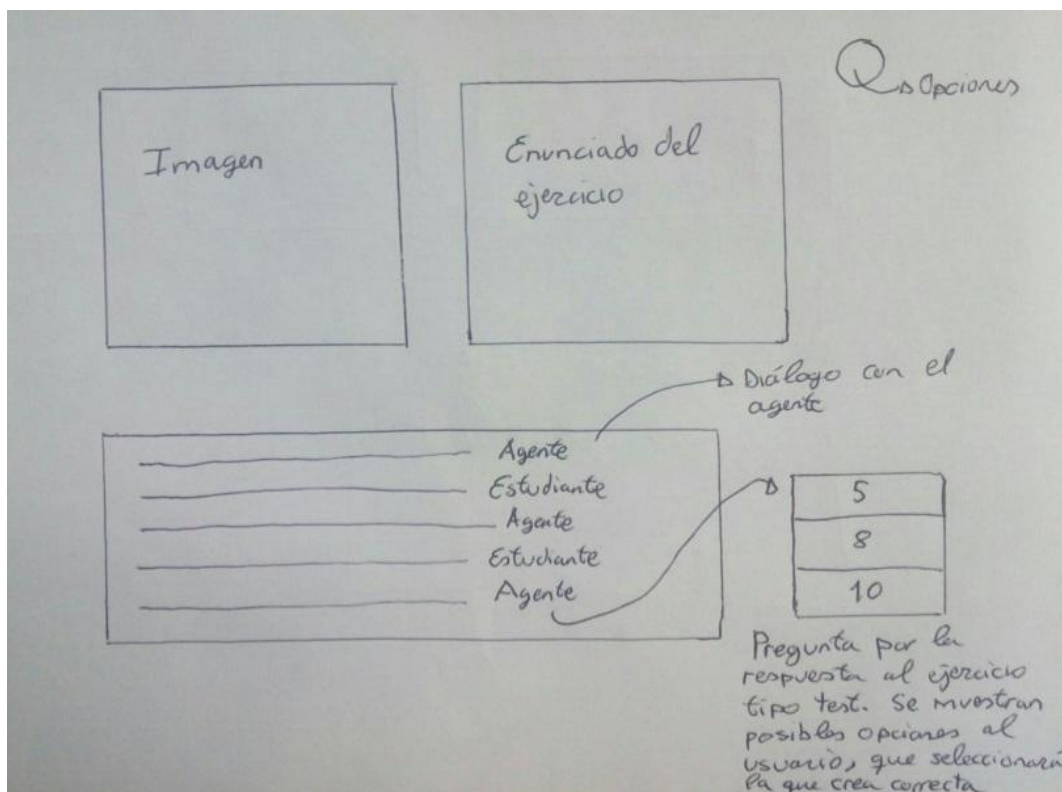
En relación al primer prototipo de la aplicación del estudiante, se esboza con el equipo educativo en la ya citada reunión de primeros de octubre de 2014. Para el diseño de la parte del alumno, en las primeras etapas, fueron basadas en lo que de la investigación se pudo extraer, y fundamentalmente, en la opinión del equipo educativo con respecto a los alumnos, puesto que resulta muy complicado realizar reuniones periódicas con niños de estas características (son menores, poca disponibilidad de tiempo para dedicarlo a proyectos de este tipo, dificultad en la compatibilidad de horarios, etc.), por lo que éstos han intervenido directamente en las últimas etapas con la toma de contacto con el agente interactuando con el, evaluándolo, validándolo y detectando posibles cambios.

Se muestra al equipo un prototipo 4 realizado en papel (ver Figura 4.12). Inicialmente se partió del prototipo 3 del agente de Secundaria (ver Figura 4.8). Los representantes del ámbito educativo indicaron que les encajaba en lo que necesitaban, por lo que, partiendo de la base de la interfaz de Secundaria, se diseñó un prototipo en papel de lo que podría ser una interfaz de Primaria conforme lo que se había hablado. Éste recogía las características que se había indicado en las conversaciones.

Se presentó un prototipo en el que en la parte superior izquierda contenía la imagen del agente, y en la derecha el enunciado del ejercicio. A la derecha de esta, un botón desplegable con diferentes opciones. Las diferentes opciones derivaron de modificaciones realizadas sobre el prototipo 3 de Secundaria, realizado tras la fase experimental, y resultado de conclusiones obtenidas, es la posibilidad de activar o desactiva una calculadora, una pizarra y un diccionario. En la parte inferior la zona del diálogo del agente.

En relación a la comunicación establecida hasta noviembre. El equipo docente indicó que, como sucedía para el caso de Secundaria, querían una la interfaz para la parte del alumno, sencilla, lo más simple posible, y buscando que no distrajese la atención de los alumnos (establecimiento del requisito Prim-R5). Igualmente, que el modo de interacción

fuese uno con el que los estudiantes estuviesen familiarizados (establecimiento del requisito Prim-R6), como los usados para Secundaria (establecimiento de los requisitos Prim-R7 y Prim-R8).



**Figura 4.12 Prototipo 4 en papel de la interfaz del estudiante de Primaria**

Por ello, se dibujaron dos cuadrados, uno donde se incluiría la imagen o avatar, y otro en el que irían apareciendo los ejercicios. En la parte inferior de ambos, se indica que se realizará la parte de la interacción del usuario con el agente.

En general, la interfaz del agente les pareció adecuada para poder utilizarse en Educación Primaria (validación requisito Prim-R5). Sin embargo, al hablar sobre el tipo de pregunta y su formato al introducir la respuesta al ejercicio, el equipo docente indicó que para Educación Física no querían que las preguntas fueran abiertas, sino tipo test (establecimiento del requisito Prim-R4), y señalaron que cuando se formulase una pregunta que pidiera la respuesta al ejercicio deberían aparecer todas las posibles opciones, de manera consecutiva en una lista, tipo test, y que el usuario pudiera seleccionar aquella que creyese que fuera la respuesta correcta (validación requisito Prim-R4). De esta forma, se valida el prototipo 4 en papel de la parte de los alumnos para Primaria.

### 4.2.3 Validación de la funcionalidad

En este apartado se presenta la evolución del algoritmo RUANLP (Tamayo-Moreno, 2012; Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2014) para guiar la interacción entre el agente Dr. Roland y los estudiantes de Primaria, y la validación por parte del equipo docente de los prototipos de la parte de los alumnos. Los prototipos se fueron mostrando según un diseño y desarrollo iterativo e incremental en espiral.

#### 4.2.3.1 Algoritmo

El algoritmo que marcará el diálogo y la interacción, se fue modelando conforme a la información resultante de las reuniones realizadas.

RUANLP como se describe en el apartado 4.1.3.1.2, se validó para el área de comprensión de los ejercicios de Matemáticas para estudiantes de Educación Secundaria. En esta ocasión, se toma como punto de partida para guiar la interacción con preguntas de seleccionar en el área de Educación Física.

En las comunicaciones se informa al equipo docente que, salvo el modo en el que se pide la respuesta al ejercicio, el resto del diálogo va a ser similar al seguido para el agente de Secundaria. Una vez que se les explica el funcionamiento, se muestran de acuerdo (establecimiento del requisito Prim-R11).

En este caso, gran parte del diálogo que se mantenía, concretamente algunos de los elementos lingüísticos sobre los que se aplicaba la ayuda, cobran menos importancia, pudiendo incluso omitirse. Por un lado, porque muchas de las preguntas tipo test son demasiado cortas y directas, por lo que algunas de las preguntas para orientar en la comprensión, carecen de sentido en este caso. Como es el caso de aquella en el que se pide la frase principal, porque el propio enunciado a la pregunta, en su conjunto es la frase principal, dado que es breve y conciso (requisito Prim-R11).

Por otro, porque aunque a priori deberían conocer las estructuras gramaticales y los tipos sobre los que se ofrece la ayuda, podría no ser así, lo que dificultaría la aplicación de la ayuda.

En este caso, lo que se decidió hacer es explicarles cómo podrían hacer para rellenar esa pregunta a la primera y que pasase a la siguiente o ver la respuesta, indicándoles que en el análisis no se tendría en cuenta esta pregunta y sus respuestas.

El algoritmo se fue adaptando en las partes que diferían de la versión de Secundaria conforme a lo hablando en las comunicaciones mantenidas hasta abril. El algoritmo resultante es el que se presenta en Figura 4.13, y en la Figura 4.14 puede verse un diagrama a más alto nivel del algoritmo.

```

1 fin=no;
2 while (no fin){
3   peticiónDeQuéEsLoQueEntiende();
4   esVálido=comprobarComprensión();
5   if(esVálido){
6     mensajeComprensiónCorrecta();
7     pedirResultadoEjercicio();
8     verificarResultado();
9   }
10  }else{
11    ayuda=ofrecerAyuda();
12    if(ayuda){
13      while(noComprenda && quedeAyuda()){
14        ofrecerAyudaAsociadaConLosParámetros();
15        quedanIntentos=si;
16        esVálido=no;
17        while( quedanIntentos && noComprenda){
18          pedirRespuestaALaAyudaGuiadaProporcionada();
19          esVálida =verificarRespuesta();
20          if(esVálida){
21            mensajeRespuestaCorrecta();
22          }else{
23            mensajeRespuestaIncorrecta();
24            insertar = introducirOtraVezOVerRespuesta();
25            if(insertar){
26              quedanIntentosResolver=modificacionNúmeroIntentos();
27            }else{
28              mostrarRespuesta();
29              quedanIntentosResolver=no;
30            }
31          }
32        }
33        noComprenda =comprobarComprensión();
34      }
35    }else{
36      peticiónDeQuéHaEntendido();
37      fin=si;
38    }
39  }
40 }

```

**Respuesta ejercicio**

**Ayuda**

Figura 4.13 Pseudocódigo de la versión final del algoritmo RUANLP de Primaria

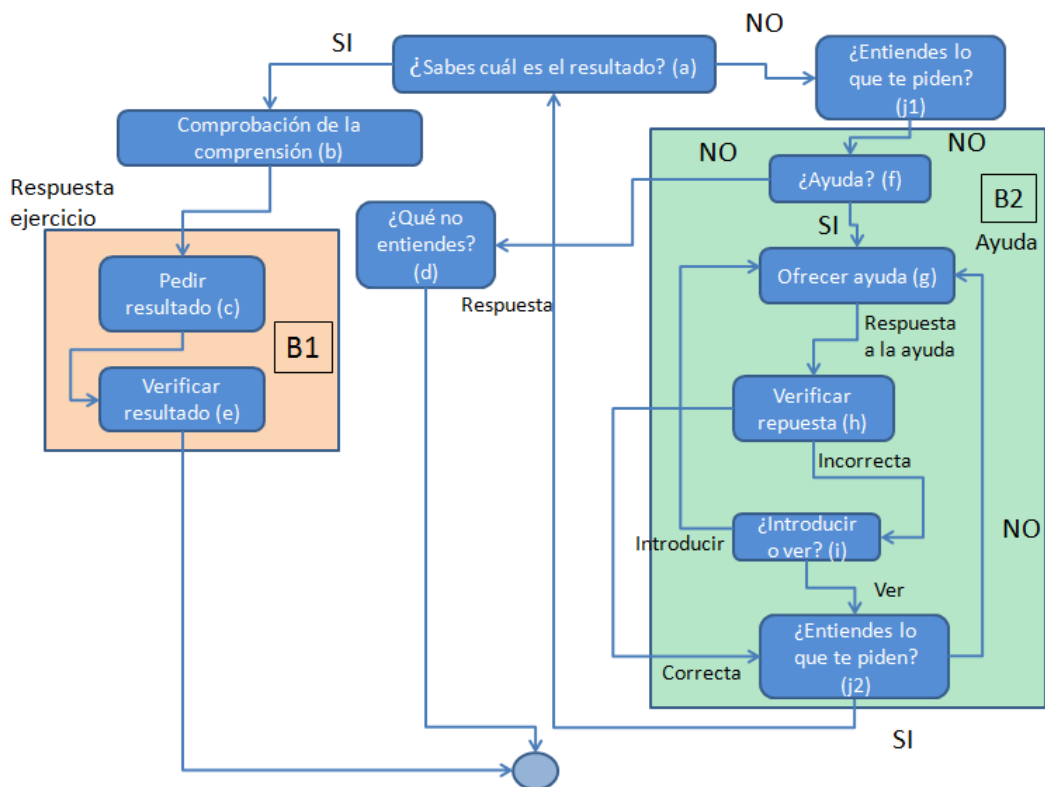


Figura 4.14 Diagrama de la versión del algoritmo RUANLP de Primaria

En este caso, el algoritmo de la Figura 4.13, que es una abstracción en pseudocódigo del comportamiento, coincide con el de Educación Secundaria en su estructura general (validación requisito Prim-R11). No obstante, hay que destacar que algunas variaciones:

- Petición de la respuesta al ejercicio y forma en que se muestra el resultado, será tipo test. En el algoritmo en pseudocódigo (Figura 4.13), afecta a las líneas 6, 7 y 8, que a pesar de representar conceptualmente lo mismo (misma operación) que se Secundaria, se modifica la forma en la que se implementan. En este caso, se obtienen las opciones disponibles en el ejercicio como posibles respuestas. Se muestran al usuario, se comprueba el resultado, informándole de si su respuesta es o no correcta, y se muestra en verde la alternativa correcta y en rojo las incorrectas (Figura 4.13). Para que el estudiante pueda recordarla con más facilidad, y en caso de que no la sepa, también aprenderla. La parte diferenciada de este aspecto, respecto al algoritmo de Secundaria, se ha resaltado en color en el diagrama de la Figura 4.14, enmarcándolo en el bloque B1 de la izquierda (validación requisito Prim-R10).
- Consideración de la ayuda ofrecida, por el motivo ya indicado, de las características de los enunciados de los ejercicios: breves y directos. Aunque se aplica como en Secundaria, hace que no sea tan significativo, especialmente la ayuda orientada a la frase principal.

En el algoritmo en pseudocódigo, toda esta parte abarca la líneas que van de la 11 a la 38. En el diagrama de la Figura 4.14, se ha resaltado toda esta parte en verde, enmarcándolo en el bloque B2 de la derecha.

Salvo eso, se mantienen las líneas del algoritmo de Secundaria de acuerdo a lo que indicaron los profesores, los puntos clave que se deben revisar para poder identificar cuándo un estudiante ha comprendido un ejercicio son: frase clave, palabras clave, verbos y pronombres.

Como sucedía para Secundaria, se pide al estudiante que en cualquier caso, inserte lo que ha entendido, de lo que se realizará un análisis, para comprender qué y cómo comprenden los ejercicios, y también qué pueda servir de ayuda para conocer si la orientación que se le está dando es la adecuada. Si los estudiantes no lo han entendido, entonces se le ofrece la posibilidad de recibir ayuda. Una vez recibida, se le piden respuestas en relación a la ayuda recibida.

Para la explicación de la estructura general del algoritmo, atender a lo descrito para el de Secundaria, ya que la base es la misma.

De esta manera, durante la comunicación con el equipo docente, se validó el funcionamiento del algoritmo.

### 4.2.3.2 Prototipos

Los prototipos codificados de la parte del alumno que se introdujo en el aula de Primaria, fue el resultado de la comunicaciones mantenidas, así mismo derivada de prototipos previos.

#### 4.2.3.2.1 Parte del estudiante: prototipo 5

Desde noviembre hasta abril se fueron realizando avances y refinamientos, y validaciones de ello. En lo que respecta a la parte del estudiante, se elaboró un prototipo 5 que fue validado, puede verse en Figura 4.15, de acuerdo a lo hablado.

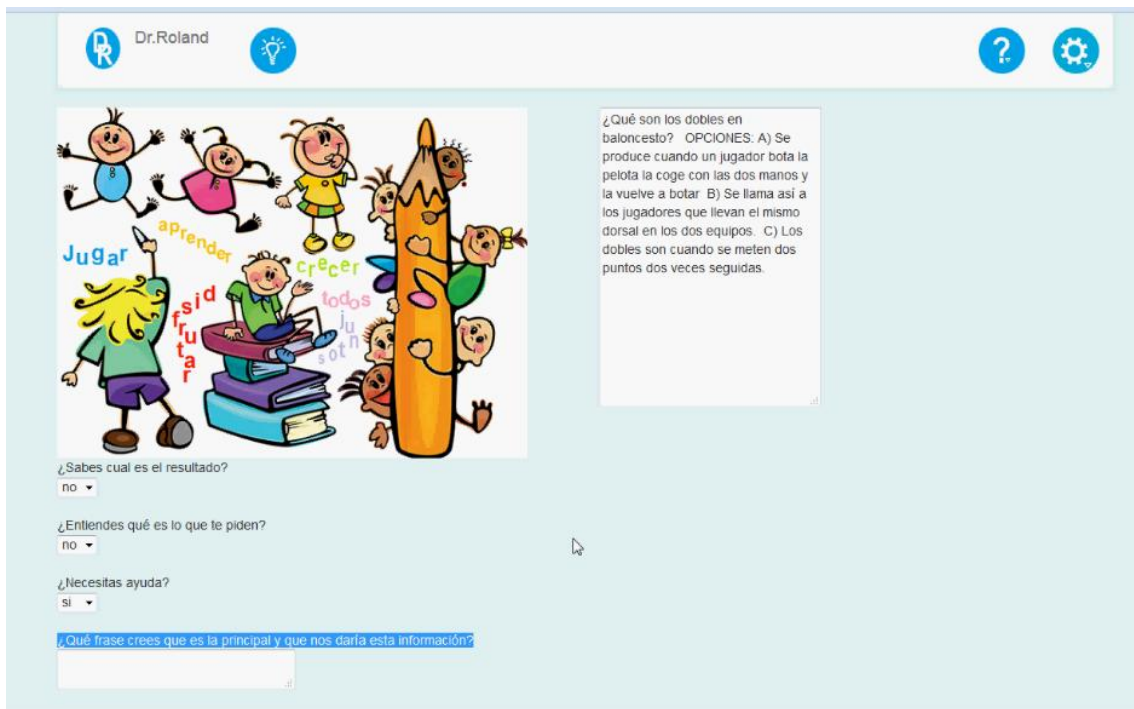


Figura 4.15 Prototipo 5 de la interfaz del estudiante para Primaria

A los profesores se les mostró el prototipo 5 codificado de la parte del alumno, que cuenta con interfaces diseñadas. Están de acuerdo respecto a la estructura general, porque es una estructura simple, con la imagen, el ejercicio, y debajo irá la parte con la que el usuario interactuará. Incluye también la petición del resultado del ejercicio de tipo test, mostrando las posibles respuestas para que el usuario seleccione la que cree que es la correcta (validación requisito Prim-R10). No obstante, no se muestra conformidad completa con la imagen.

El equipo docente comentó que habría que cambiar la imagen de Dr. Roland por otra representativa del baloncesto (establecimiento del requisito Prim-R14), que fue el ámbito concreto de aplicación dentro del área de Educación Física. Sobre la imagen, como sucedía para Secundaria, se descarta la posibilidad de incluir un agente animado para que fuese guiando al usuario, porque creen que podría desviar la atención de los usuarios, y así, dificultar

la concentración. Así se decidió que fuese estática, para evitar cualquier posible distracción de la atención de los niños (establecimiento del requisito Prim-R12).

Además, en las comunicaciones habían indicado que para pedir los resultados, se hace tipo test, mostrándose las opciones en tres diferentes botones, para que el estudiante seleccione la que considera correcta (establecimiento requisito Prim-R10). Una vez que el usuario seleccione una respuesta, y se compruebe, aparecerán en rojo las incorrectas y en verde la correcta, con un mensaje que le indica al usuario el resultado de su acción (establecimiento del requisito Prim-R13). Resultando una interfaz muy simple. Todo ello con el objetivo de que lo aprendan en caso de no saberlo sabido inicialmente, serviría de recuerdo, intentando promover el aprendizaje y el recuerdo de una forma más gráfica.

Se establece, en general, que el agente deberá responder siempre al estudiante como corresponde, en función de la situación y acorde a la acción de este (establecimiento del requisito Prim-R15)

Y un botón de opciones que, en el que se podía activar o desactivar una calculadora, diccionario y pizarra. La calculadora en este caso no aplica, teniendo más sentido para Matemáticas, pero no para Educación Física.

Los representantes educativos validan el prototipo 5 de Educación Física, indicando que se ajusta a sus necesidades. Con ello y con la comprobación de la interacción realizada en el prototipo 5. Y la imagen estática, que como puede apreciarse en el citado prototipo (validación requisito Prim-R12). No obstante, indican modificaciones a las que se ha hecho referencia, que darán lugar a otro prototipo.

En relación al contenido de la asignatura, fue proporcionado por los representantes educativos, e incorporado en el agente (validación requisito Prim-R9). Proporcionaron los ejercicios y sus respuestas, como ya se mencionó.

Se incluyen definiciones, aunque inicialmente se plantea el problema de a qué palabras ponérselo, y si serían incluidas por el profesor, o directamente un enlace a algún diccionario como a la Real Academia Española (RAE), los profesores indican que sería mejor el enlace a la RAE, solo que surge el problema de que si se les muestra directamente el significado según viene, sin haber sido adaptada la definición a un modo en el que sea completamente entendible con los niños, podría no ser una solución para ellos. Por lo que en una primera aproximación se decide que se deje según aparece, y en caso de duda en la definición que consulte al docente. Planteando también la posibilidad de que el nuevo prototipos pudiera ser modificado o configurado para algunas palabras por el profesor. Igualmente con la posibilidad de incluir sinónimos.

En relación a los sinónimos, se decide no incluirlas, porque existe cierta incertidumbre sobre la reacción de los usuarios, y si entenderán el resultado, así como en la selección de las palabras a las que se le incluirían resultados, por lo que ante la incertidumbre presentada se decide no incluirlo

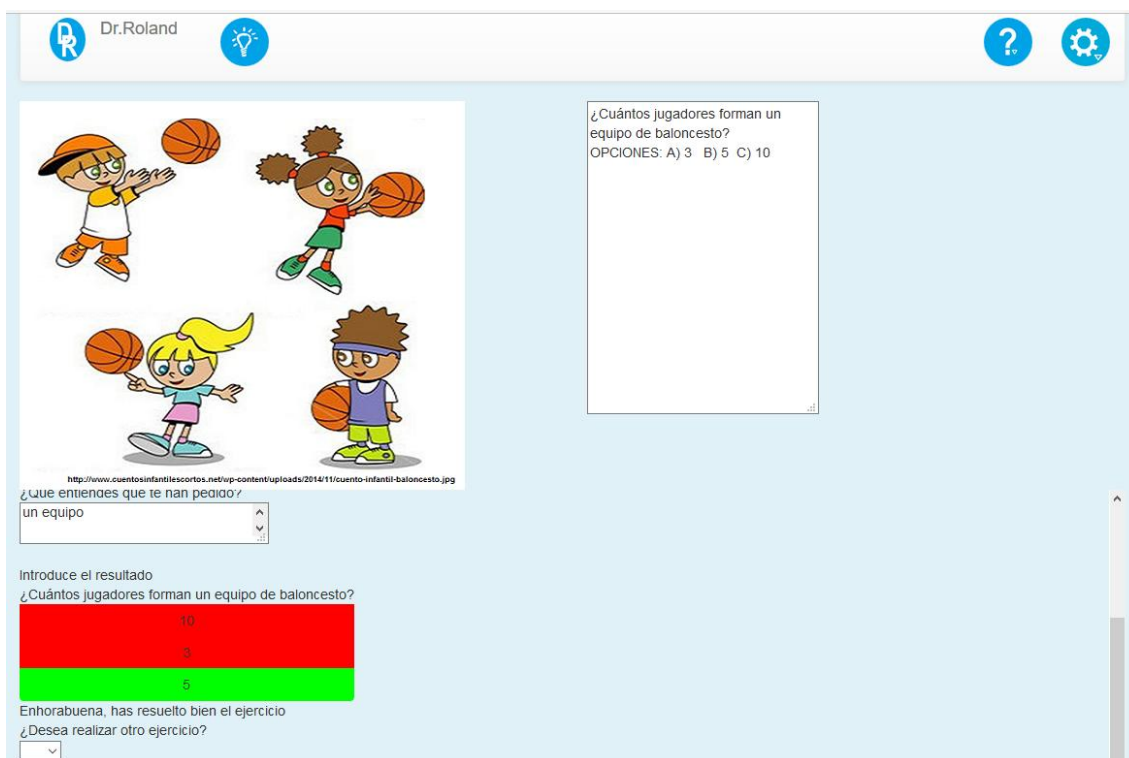
Se descartó igualmente la posibilidad de interactuar mediante voz, ya que añadiría otro factor adicional que puede dar lugar a error, como es la interpretación de lo que se dice y

los niños tienen la suficiente edad para interactuar de forma escrita. A lo que se suma la petición expresa de petición de resultado mediante test seleccionando la opción que se considera correcta.

En relación a la interacción de usuario con el agente, como sucedía en la interacción con Secundaria que es la que se tomó como base, en aquellas en las que hay que introducir texto, va a funcionar igual que el Messenger, se introduce el texto, y se confirma y envía tras pulsar el ENTER. Para aquellos casos que son de opciones, aparece una lista desplegable, donde simplemente hay que seleccionar la que corresponda, sin tener que recordar las posibles opciones que se contempla, y evitando así la posibilidad de equivocación al introducirla, así, la interacción es completamente intuitiva y sencilla. Con ello, se validan los requisitos Prim-R6, Prim-R7 y Prim-R8, definidos implícitamente al indicar que seguiría la estructura general de Secundaria al comienzo de las comunicaciones.

#### 4.2.3.2.2 Parte del estudiante: prototipo 6

En lo que respecta a la parte del estudiante, se elaboró un nuevo prototipo 6 que fue validado, puede verse en Figura 4.16, de acuerdo a lo hablado.



**Figura 4.16 Prototipo 6 de la interfaz del estudiante para Primaria**

En este prototipo 6, la imagen fue reemplazada por una más representativa de baloncesto como puede apreciarse en la Figura 4.16 (validación requisito Prim-R14). Además, cuando se muestra el resultado del ejercicio, se informa al estudiante del resultado de su respuesta, y aparecen en rojo las que no son correctas y en verde la que es correcta (validación



requisito Prim-R13). Esto sirve para aprender en caso de no saberlo, y en cualquier caso, para activar el recuerdo.

Las estudiantes en prácticas, también pudieron comprobar como en todos los casos, el agente siempre responde al estudiante como corresponde, acorde al caso y a su acción, validándose así el requisito Prim-R15. Y con ello también el algoritmo que guía el diálogo y la interacción (validándose el requisito Prim-R11).

No obstante, en la interfaz del alumno, seguidamente, serán estos quiénes entre en contacto con ella, y la evaluarán, validarán, durante su uso, aportando posibles problemas que se presenten, modificaciones, u otras sugerencias de cambio.

#### **4.2.4 Sesiones prácticas**

En el nivel de Primaria el agente Dr. Roland se usó en dos colegios que se describen en el apartado 4.2.5.1 (observación de campo).

#### **4.2.5 Evaluación**

De los dos tipos de evaluación que MEDIE propone para esta fase, en este caso, para la evaluación de resultados, solo se ha hecho uso de las técnicas de la IPO. No se han usado técnicas Big Data, al considerarse que la cantidad de datos a analizar no era muy elevada, debido al limitado tiempo de exposición de los niños al agente durante la fase experimental. Ya que el tiempo que se pudo hacer uso del agente en las aulas fue limitado, por lo tanto, la cantidad de datos registrada no es elevada.

##### **4.2.5.1 Técnicas de Interacción Persona-Ordenador**

Dentro de las técnicas de evaluación de la IPO, a las que se hizo mención en el apartado 2.2.4 del capítulo dos, en la Tabla 4.20 recogen un resumen de las que han sido y no han sido empleadas para la evaluación de los datos obtenidos tras la introducción del agente Dr. Roland en el aula de Primaria y su uso en ella.

A dichas técnicas se hace referencia a continuación, tanto las usadas como las no usadas.

#### **Métodos de Inspección**

##### **Técnica Inspección 1. Heurística**

Se ha llevado a mediante la evaluación de las 10 heurísticas de usabilidad de Nielsen (1995). Las heurísticas fueron revisadas por tres expertos, dos de ellos doctores en informática. Tras la evaluación de las mismas, puede concluirse que el sistema es usable porque, en mayor o menor grado cumple las heurísticas evaluadas. Puede encontrarse la evaluación completa realizada en (HTTP18).

### **Técnica Inspección 2. Recorrido Cognitivo**

Teniendo en cuenta la información del usuario, se plantea si el niño sería capaz de hacer una tarea paso a paso. Se plantea por ejemplo la tarea de llegar a final de un ejercicio, resolviéndolo correctamente. El recorrido cognitivo completo llevado a cabo, puede encontrarse en HTTP18. De esta manera, un estudiante de Primaria puede ser capaz de realizar el planteamiento inicial, como reflejan los pasos del recorrido realizado y se deja constancia en las figuras que lo demuestran en la práctica.

**Tabla 4.20 Métodos de evaluación de la IPO usados para Primaria**

<b>Grupos de métodos</b>	<b>Tipos de métodos</b>	<b>¿Usado?</b>
<b>Métodos de inspección</b>	<b>Evaluación heurística</b>	Sí
	<b>Recorrido cognitivo</b>	Sí
	<b>Inspección de estándares</b>	No
<b>Métodos de indagación-</b>	<b>Observación de campo</b>	Sí
	<b>Grupo de discusión dirigido (Focus Group)</b>	No
	<b>Entrevistas</b>	Sí
	<b>Cuestionarios</b>	Sí
	<b>Grabación/Registro del uso</b>	Sí
<b>Métodos de test</b>	<b>Pensando en voz alta (thinking aloud)</b>	No
	<b>Interacción constructiva</b>	Sí
	<b>Método del conductor</b>	No
	<b>Medida de las prestaciones</b>	Sí

### **Técnica Inspección 3. Estándares**

Se han revisado estándares y no se han encontrado estándares para la evaluación de un ACP. Esto se puede deber a que las ISO son bastante genéricas y no se especifican para agentes.

### **Métodos de Indagación**

#### **Técnica Indagación 1. Observación de campo**

Para llevar a cabo la observación de campo se decidió visitar el lugar en el que se realizaron las actividades objeto de estudio y donde están los usuarios representativos, que en el caso que nos ocupa era los niños de sexto de Primaria en sus aulas, usando el agente Dr. Roland, interactuado entre ellos para realizar ejercicios de educación física.

La observación de campo fue llevada por la tutora y la estudiante en prácticas de los estudiantes, y la directora de este trabajo en el aula, durante las sesiones en las que interactuaron los estudiantes con el agente.

Para ello, mientras los estudiantes interactuaban con el agente, se fue prestando atención y tomando nota de cómo interactuaban, su comportamiento individual y los niños, impresiones, comentarios, sus dudas, preguntas, dificultades, etc. de forma detallada.

La descripción se va a estructurar en experiencias, entendidas cada una de ellas como colegios diferentes en los que fue introducido y usado, y para cada una de ellas, se hará alusión a la muestra, elementos empleados, y las diferentes sesiones realizadas. Para el nivel de Primaria se usó en dos colegios. Los colegios en el que se usó pertenecen a la Comunidad de Madrid, por temas de privacidad, se ha aconsejado no hacer mención del nombre de los mismos.

### *Experiencia Pri-1*

En lo que respecta a la muestra, cabe destacar, que han sido 23 niños de 6 de Primaria de 11-12 años, en lo que a la parte del alumno se refiere.

En cuanto a los elementos y medios empleados en la realización del experimento. Se contó con un aula y una pizarra digital. Además, se ha contado con un servidor en funcionamiento continuo en la Universidad Rey Juan Carlos en el que se ha alojado la aplicación (HTTP19). Una batería de ejercicios de Educación Física de Primaria usados por el agente (que pueden encontrarse en HTTP18).

Se ha hecho uso de cuestionarios, concretamente cuestionarios de opinión dirigidos a profesores de Educación Primaria (que pueden encontrarse en el Apéndice A.2.1). Puede encontrarse información detallada en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Primaria (apartado 4.2.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, y en Gómez (2015).

En esta experiencia el área de aplicación ha sido de Educación Física. Se realizó una única sesión de 35 minutos, a la que se hace referencia a continuación, descrita en más detalle en Gómez (2015).

En esta experiencia piloto formó parte un profesor de Educación Física de 36 años, y una estudiante de Educación Primaria realizando su Trabajo fin de Grado.

La información relativa a los ejercicios realizados puede encontrarse en el apartado 2.2.5, en técnicas de evaluación de la IPO, concretamente, dentro de los métodos de indagación en el método grabación del uso, y dentro de los métodos de test, en el de medidas de las prestaciones.

#### **Primera sesión**

Los alumnos que usaron el agente fueron informados previamente sobre en qué consistiría la experiencia y se mostraron abiertos y dispuestos en todo momento.

De forma previa a su uso, se mostró a los estudiantes un video que la autora de esta tesis había preparado para explicarles cómo era Dr. Roland y cómo podían interactuar con él,

añadiendo ejemplos de uso. Una vez visualizado el vídeo y cuando se había respondido a las dudas que surgieron por parte de los alumnos se procedió al uso del agente.

En este caso, el uso fue guiado en todo momento por la estudiante en prácticas. Se trató de hacer un uso individual del agente, sin embargo, no fue posible debido a que no había ordenadores disponibles.

Ante esta situación, se decidió emplear una pizarra digital para que todos los alumnos lo pudiesen ver. De tal manera, que el agente iba realizando una serie de preguntas, los alumnos la leían en voz alta, y una vez leída, se les preguntaba si habían entendido qué era lo que se les preguntaba, a lo que debían responder sí o no. Si la respuesta era afirmativa, seguidamente respondían a la pregunta planteada, y en caso contrario, se les realizaban otras preguntas con el fin de ir guiándoles hacia la respuesta adecuada.

La estudiante en prácticas, para llevar un orden ante la situación de interactuar todos mediante la pizarra digital, pidió a los alumnos que leyesen la pregunta de uno en uno, y que levantasen la mano para responder si conocían la respuesta. En ese momento, el profesor o la estudiante en prácticas, escogían a uno de ellos para contestase.

En caso de que la respuesta fuese correcta se le felicitaba, pasando a la siguiente pregunta. Mientras que si era incorrecta, se permitía a otro de los alumnos que había levantado la mano que respondiese, siguiendo este proceso hasta que un estudiante acertaba la propuesta.

En relación a la experiencia del uso del agente merece una mención especial la alta predisposición de los alumnos y del tutor responsable del grupo. Los primeros, se mostraron participativos y abiertos al uso del agente en todo momento, manifestando durante su uso reacciones positivas.

En cuanto al tutor, se mostró igualmente receptivo a que se llevase a cabo esta experiencia. Además, se interesó por el uso de este tipo de soportes o nuevas tecnologías, y sus distintas aplicaciones para diferentes áreas.

### *Experiencia Pri-2*

En lo que respecta a la muestra, cabe destacar, que han sido 35 niños de 6 de Primaria de 11-12 años, en lo que a la parte del alumno se refiere. Puede encontrarse información cualitativa sobre ellos en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Primaria (apartado 4.2.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, extraída por medio del cuestionario realizado a los niños. No obstante, destacar que de los 35 niños, solo se dispone esta información de 25 de ellos, puesto que los restantes no rellenaron los cuestionarios (el motivo fue que lo olvidaron), a pesar de que fueron entregados a todos.

En cuanto a los elementos y medios empleados en la realización de la experiencia, se contó con un aula de informática y ordenadores. Además, se ha contado con un servidor en funcionamiento continuo en la Universidad Rey Juan Carlos en el que se ha alojado la

aplicación (HTTP19). Una batería de ejercicios de Educación Física de Primaria usados por el agente (que pueden encontrarse en HTTP18).

Se ha hecho uso de cuestionarios, concretamente cuestionarios de opinión dirigidos a niños de Educación Primaria (presente en el Apéndice A.2.2). Puede encontrarse información detallada en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Primaria (apartado 4.2.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, y en Vargas (2016).

En esta experiencia el área de aplicación ha sido de Educación Física. Se realizaron en dos sesiones, la primera de 25 minutos y la segunda de 30 minutos, a las que se hace referencia a continuación, descritas en más detalle en Vargas (2016).

En esta experiencia piloto formó parte un profesor especialista de Educación Física de 36 años, con una experiencia de unos 10 años como docente, y una estudiante de Educación Primaria realizando su Trabajo fin de Grado.

La información relativa a los ejercicios realizados puede encontrarse en el apartado 2.2.5, en técnicas de evaluación de la IPO, concretamente, dentro de los métodos de indagación en el método grabación del uso, y entro de los métodos de test, en el de medidas de las prestaciones.

### **Primera sesión**

En la primera sesión llevada a cabo, los estudiantes hicieron uso del agente Dr. Roland en el aula de informática sentados en parejas. Los estudiantes comprendieron el funcionamiento del agente con facilidad, usándolo sin problema, sabiendo manejar la interfaz, y realizando ejercicios durante toda la sesión. Dar el resultado final del ejercicio les resultó sencillo puesto que únicamente tenían que seleccionar entre las opciones disponibles.

En palabras de la estudiante en fase de prácticas "mostraron un alto nivel de interés por el agente". Además, cabe destacar la motivación despertada por el agente en los niños, que se mostraron atentos, y una actitud participativa y colaborativa durante todo el periodo de exposición en clase, con una distracción mínima, y se involucraron en la realización de los ejercicios, preguntando dudas y mostrando.

### **Segunda sesión**

Durante la segunda sesión, los estudiantes siguieron haciendo uso del programa. Los alumnos se mostraban entusiasmados durante el uso del agente, realizando comentarios como los siguientes: "He acertado la respuesta", "Aún no he fallado ninguna", "No me acuerdo de la respuesta", "Esto lo explicó el profesor", "No sé lo que significa esta palabra" o "He fallado varias".

En palabras de la colaboradora de Educación Primaria "De estos comentarios, se puede destacar la motivación, actitud positiva e interés que los alumnos, en la mayoría de los casos, mostraban al responder las preguntas, sobre todo, sin querer cometer errores. En relación a la comprensión de las preguntas, pocos casos fueron los que tuvieron problemas. Surgieron, en

la comprensión de algunas de las palabras del campo semántico del deporte, que pudieron entenderlas accediendo al diccionario del agente. Si éste no disponía de la información recurrían al profesor. La resolución de las cuestiones, fueron en la mayoría de los casos favorables, puesto que ya habían tratado el tema. En minoría, los que cometían fallos fueron los que no se acordaban de algunos de los contenidos o los que no asistieron el día que se trabajaron. Pues el objetivo, era completar y repasar a través de Dr. Roland, los contenidos ya enseñados por el profesor”.

Por último, cabe destacar, la motivación despertada por el agente en los niños, la actitud participativa y atenta mantenida durante todo el periodo de exposición en clase, con una distracción mínima, y que se involucraron en la realización de los ejercicios.

De esta manera, puede comprobarse, que, en general, la interacción con el agente no resultó complicada a los niños. Finalmente, del análisis de los comentarios, puede extraerse la actitud positiva y participativa de los usuarios frente al agente y sus compañeros. En definitiva, del diseño de la interfaz, ha resultado una interfaz sencilla e intuitiva, que como se ha comprobado, permite a los usuarios interactuar con el agente de forma sencilla y entendible.

### **Técnica Indagación 2. Focus Group**

Este método no pudo ser llevado a cabo, en este caso por temas de tiempo, tanto para reunir a un grupo de entre 6 y 9 personas representativas, como organizarlo y realizarlo. Por ello, tomando en consideración la apreciación de Rodeiro (2001) acerca de que, la elección de unos métodos u otros va a depender de aspectos como los costes y lo que se obtendrá con su uso, siendo en este caso costes de tiempo, se decidió realizar otros métodos de indagación en lugar de este. No obstante, no se descarta su realización futura.

### **Técnica Indagación 3. Entrevistas**

No se contó con el tiempo suficiente para poder realizar entrevistas exhaustivas a los niños.

No obstante, sí se pudo entrevistar al profesor de Educación Física, involucrado en la experiencia Pri-2, a la que se ha hecho referencia en el apartado (4.2.4).

Se pidió que valorase de 0 a 10 (siendo 0 el menor) una serie de características de la aplicación: que el programa hable en voz alta, anime a seguir estudiando, diga en qué te ha equivocado, recuerde las opciones previas, tenga forma de ser humano, sea simpático, haga gestos con la cara, haga gestos con el cuerpo, o dé consejos. Valorando por todas por encima de encima de 7, siendo las de valoración más alta por encima de 9, que sea simpático, diera consejo, te anime a seguir estudiando y te diga en que te has equivocado.

Se le preguntó por el comportamiento del programa si el alumno no estaba atento, ofreciéndose como posibles opciones: no hacer nada, decir que tiene que estudiar más, mostrar que si no estudio va a suspender o decir que va a enviar un informe a los profesores, a lo que el profesor respondió “decir que tiene que estudiar más”.

Seguidamente se le consultó acerca de cuál debería ser el comportamiento del agente si el alumno no entiende algo, a lo que respondió “le indicara enlaces donde estuvieran las respuestas”.

Se le preguntó si creía que un programa que ayuda a repasar puede motivar, e indicó que “sí, puede motivar al alumno a estudiar”.

Además, por el número de veces que lo usaría en clase y si lo usaría para el desarrollo de sus unidades didácticas, dijo “una vez al mes y para algunas unidades didácticas”.

Otra pregunta que se le realizó fue si le gustaría que los estudiantes usasen el agente en casa, a lo que respondió “me gustaría que los alumnos pudiesen usar el programa en casa, si pudiera comprobar que se hace”.

Por último se le consultó si creía que el uso del programa puede ser útil y qué cosas cambiaría o añadiría para mejorar la interfaz, a lo que respondió que “el programa ayudaba a repasar pero que le parecía monótono y que para mejorarlo cambiaría las actividades, incluyendo más variedad”.

De la entrevista realizada, así como de su actitud y colaboración durante el proceso, integración y uso del agente en las aulas, podría decirse que tiene una opinión favorable hacia la experiencia llevada a cabo.

#### **Técnica Indagación 4. Cuestionarios**

En este apartado se recoge la evaluación de dos tipos de cuestionarios realizados. Por un lado, un cuestionario realizado a profesores de Primaria y estudiantes en prácticas o terminando su carrera de Primaria, en el marco de la Experiencia Pri-1 de Primaria. Por otro lado, un cuestionario realizado a estudiantes de Primaria en el marco de la Experiencia Pri-2 de Primaria. A ambas experiencias se ha hecho referencia en el apartado 4.2.4.

En el marco de la **experiencia Pri-1**, a la que se ha hecho referencia en apartado 4.2.4, se realizaron una serie de cuestionarios a profesores de Primaria y estudiantes en prácticas o terminando su carrera. El cuestionario realizado puede encontrarse en el Apéndice A.2.1, y más información en Gómez (2015) y HTTP18.

Para realizar este análisis se contó con *50 docentes de Primaria* (muchos de ellos profesores, otros estudiantes en prácticas o acabando su carrera), los resultados de los cuestionarios se describen a continuación (algunos se recogen en la (Tabla 4.36). *El porcentaje mayoritario eran hombres (72%)*. Respecto a la *edad media*, el perfil del docente es bastante joven, se sitúa en 24 años de media.

En cuanto a sus *gustos por los ordenadores*, a todos les gustan, el porcentaje mayoritario (82%) dijeron que si, un 2% que para jugar. El resto (16,6%) que un poco.

En cuanto a su acceso a la tecnología en casa, el 100% *tiene ordenador* y el 98% también tiene *acceso a internet*. Sólo un 4% no tiene *correo electrónico*, aunque afirma que les gustaría tenerlo.

**Tabla 4.21 Evaluación - Cuestionarios: Docentes de Primaria**

Preguntas	Posibles Respuestas	Resultados
Si el alumno no está atento, el programa debería	No hacer nada	4%
	Llamar la atención del niño con animación	14%
	Decir al niño que tiene que estudiar más	32%
	Mostrar que si no estudia va a suspender	44%
	Decir que va a enviar un informe a los profesores	6%
Valoración media (siendo 0 la mínima y 10 la máxima) de la importancia que se da a que el programa	Sea simpático	7,8
	Haga gestos con la cara	6,3
	Haga gestos con el cuerpo	5,8
	Dé consejos	8,4
	Hable en voz alta	7,4
	Anime a los alumnos a seguir estudiando	8,7
	Diga dónde se han equivocado	8,8
	Tenga forma de ser humano	5,3
	Te recordase tus opciones previas	7,6
Si el alumno no entiende algo, ¿qué te gustaría que hiciera el programa?	Explicarlo claramente	52%
	Resolverlo	4%
	Dar ejemplos	12%
	Opción de ayuda enlaces a los apuntes	32%

Sobre el *uso de Internet para documentarse y buscar nuevos recursos para llevar al aula*, un 40% señaló que lo usa a diario, un 46% a veces y un 14% no lo usa.

En relación al *uso del ordenador para estudiar/trabajar*, el 35% dijo que no usaba, y el resto que sí, matizando además el 6% de ellos que lo usaba en clase y el 12% en casa y en casa.

Acerca de la cuestión sobre el *número de veces de uso del programa en casa*, un 46% indica que dos o tres, un 20% una vez, un 16% más de tres y un 10% todos los días.

Se pregunta también acerca de la *realización de algún curso on-line y la experiencia* tenida en caso de haberlo realizado a la mitad de los alumnos de Infantil. Un poco más de la mitad (55%) ha realizado alguno, indicando el 35% que les gustó y el 20% restante que no les



gustó. Aquellas personas que nunca habían realizado ninguno, un 10% indica que no les interesa hacer ninguno y un 35% que si que les gustaría hacerlo.

En cuanto a la opinión de si *creen que este tipo de herramientas motivaría a los alumnos a estudiar*, el 88% responde con un sí, el resto no lo tiene muy claro o no lo saben. Se pregunta acerca de *cuál creen que debe ser el comportamiento del programa si el estudiante no está atento*. Las opciones de respuesta fueron un 4% no hacer nada, un 14% llamar la atención del niño con animación, decir al niño que tiene que estudiar más un 32%, un 6% que va a enviar informe a los profesores y un 44% que si no estudia va a suspender (Tabla 4.36).

La encuesta incluye además *valoraciones*, siendo 0 la mínima y 10 la máxima sobre la *importancia que se le daría a que el agente incluya diferentes aspectos*, siendo su valoración media la siguiente (Tabla 4.21.):

- Es aspecto de que sea simpático es valorado con una media de 7,8.
- Que haga gestos con la cara, la media es 6,3.
- Haga gestos con el cuerpo, aunque en ambos las valoraciones son menores que la importancia de los gestos con la cara 5,8.
- Dé consejos, la media es bastante alta siendo 8,4.
- Hable en voz alta, la media es 7,4.
- El hecho de animar a los alumnos a seguir estudiando es muy con un 8,7 de media.
- En aspecto de indicar al estudiante dónde se han equivocado es el más valorado.
- El hecho de que tenga forma de ser humano es el menos relevante de todos (5,3).
- Te recordase tus opciones previas la media es de 7,6.

Así, puede concluirse que los docentes conceden mayor importancia a que el agente sea simpático, indique a los estudiantes dónde se han equivocado y los anime a seguir estudiando. Y han concedido menos importancia a que el agente tenga apariencia humana.

En relación a la cuestión de *qué les gustaría que hiciera el programa si el alumno no entiende*, las opciones más repetidas son explicarlo claramente (52%) y opción de ayuda enlaces a los apuntes (32%), Tabla 4.36).

Sobre *si les gustaría que los estudiantes pudiesen usar el programa en casa, o prefieren que lo usen en casa y/o clase*, un 70% afirma que en casa y en clase, un 20% solo en casa y un 10% sólo en clase.

Finalmente, sobre *si creen que el uso del programa les puede ser útil*, un 76% afirma que sí, y un 24% restante que es posible.

En el marco de la **experiencia Pri-2**, a la que se ha hecho referencia en apartado 4.2.4, se realizaron una serie de *cuestionarios a los alumnos*. Sirva destacar que aunque fueron entregados 35, que es el número de alumnos involucrados en la experiencia práctica, sólo se completaron 25, el resto olvidó rellenarlos. Por ello, únicamente se analizan los resultados de estos 25. El cuestionario realizado puede encontrarse en el Apéndice A.2.2, y más información en Vargas (2016) y HTTP18.

De ellos, a todos les *gustan los ordenadores*, afirmando un 96% que sí les gustan y un 4% que les gustan algo.

En relación a aquellos que *tienen ordenador* (un 88%) e *Internet* (un 96%) *en casa*, hay casos los que poseen Internet pero no ordenador, lo que puede explicarse con que existen muchos dispositivos con los que se puede acceder a Internet, como tabletas.

En cuanto a la pregunta del *uso del ordenador para estudiar en casa*, un 48% sí lo usa y un 40% a veces, de lo que podría decirse que los alumnos que disponen de ordenador en casa no siempre lo usan para estudiar. Destacar que los 3 estudiantes que no lo utilizan son los que no tienen ordenador.

**Tabla 4.22 Cuestionario Primaria sobre si les gusta trabajar con las tecnologías**

¿Te gusta trabajar con las nuevas tecnologías? ¿Por qué?	Número	Porcentaje (%)
<b>Sí</b>	4	16
<b>Sí, Aprendes más</b>	8	32
<b>Sí, entretienen, divierten y son interesantes</b>	5	20
<b>Sí, me gustan y disfruto</b>	3	12
<b>Sí, aprendes su funcionamiento</b>	1	4
<b>Sí, son fáciles y rápidas</b>	3	12
<b>No, porque no se utilizar algunas cosas</b>	1	4

En relación a las preguntas acerca de *si les gustaba trabajar con las tecnologías* un 96% afirma que sí, en la Tabla 4.22, se recogen los motivos que añadieron de porqué les gustan y las coincidencias en los motivos de los niños (es una manera interesante de aprender de forma fácil, son entretenida, divertida y rápida, les gustan y disfrutan con ellas y por último, aprenden su funcionamiento). Hubo un único un alumno que comentó que no le gustaban porque desconocía el uso de algunas cosas.

En cuanto a si *habían usado nuevas tecnologías para saber más de la asignatura de Educación Física*, un 65% respondió que sí, el resto que no.

Se les pregunta *si les pareció interesante trabajar con el agente Dr. Roland*. Por un lado, como puede apreciarse en la Tabla 4.23, a 21 de los alumnos les pareció interesante, afirmando 19 de ellos que puede servir para estudiar y repasar, que habían aprendido más cosas de las que sabían y les ayudó a entender más el tema. Por otro lado, a 2 de los alumnos, no les pareció interesante indicando que las preguntas eran aburridas y no se tenían animación, aunque si mencionaron que algo se aprendía. Los dos alumnos restantes no respondieron a la pregunta.

En cuanto a la siguiente cuestión, *si les había ayudado a desarrollar más sus conocimientos sobre el temario*, únicamente uno respondió que no, y salvo dos alumnos que

no respondieron la pregunta, el resto afirmaron que sí, complementando su respuesta diciendo que les había ayudado a conocer lo que realmente saben del baloncesto y que aparecían cuestiones del deporte que no sabían, puede apreciarse en Tabla 4.24.

**Tabla 4.23 Cuestionario Primaria: si les pareció interesante Dr. Roland**

¿Te ha parecido interesante trabajar con Dr. Roland? ¿Por qué?	Número	Porcentaje (%)
Sí	2	8
Sí, puede servir para repasar y estudiar	5	20
Sí, he aprendido más cosas de las que sabía	13	52
Sí, me ha ayudado más a entender el tema	1	4
No	0	0
No, las preguntas son aburridas y no tiene animación	2	8
No responden	2	8

**Tabla 4.24 Cuestionario Primaria: si les había ayudado a desarrollar sus conocimientos**

¿Te ha ayudado para desarrollar más tus conocimientos sobre el temario? ¿Por qué	Número	Porcentaje (%)
Sí	8	32
He conocido lo que realmente sé del baloncesto	2	8
Aparecían preguntas que no sabía y ahora ya sé	12	48
No	0	0
No, porque ya las sabía	1	4
No responden	2	8

Respecto a la cuestión de *si añadirán o cambiarían algo de la apariencia o funcionamiento del agente*, como puede apreciarse en Tabla 4.25, 3 de los alumnos no respondieron, mientras que 12 de los alumnos (48%), respondieron que no cambiarían nada o que estaba bien así. El resto sí que indicaron que realizarían algunos cambios, como añadir más contenidos sobre otros deportes o más temario de la asignatura, la creación de un partido de baloncesto para jugar con el agente, añadir más animaciones para hacerlo más entretenido, poder seleccionar la respuesta directamente desde el área en la que aparece el enunciado del ejercicio, si fallas el ejercicio que vuelva a salir más adelante, no seguidamente, y solucionar un problema puntual que se presentó al responder al ejercicio para los casos en los que se fallaba.

Se les preguntó *si habían trabajado antes con algún agente*, a lo que el 68% respondió que nunca lo habían utilizado y un 32% si lo habían hecho.

**Tabla 4.25 Cuestionario Primaria: apariencia y funcionamiento del agente**

<b>¿Añadirías o cambiarías algo? Sugiere opciones para mejorar el agente, si lo ves necesario</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Sí</b>	0	0
<b>Añadiría más deportes</b>	2	8
<b>Introduciría más temario</b>	2	8
<b>Crearía un partido de baloncesto</b>	1	4
<b>Añadiría animaciones</b>	2	8
<b>Si fallas la pregunta que vuelva a salir más adelante no seguidamente</b>	1	4
<b>Corregir el error que cuando te equivocas de respuesta, antes de comprobar, te deja cambiarla pero cuando compruebas te dice que es errónea.</b>	1	4
<b>Poder seleccionar la respuesta desde el cuadro de preguntas</b>	1	4
<b>No</b>	8	32
<b>Está bien así</b>	4	16
<b>No responden</b>	3	12

**Tabla 4.26 Cuestionario Primaria: aprender más mediante este tipo de aplicación**

<b>¿Crees que e interesante aprender más sobre esta asignatura mediante este tipo de aplicación? ¿Por qué?</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Sí</b>	8	32
<b>Sí, aprendes más y mejor</b>	8	32
<b>Sí, entretienen</b>	4	16
<b>Sí, es educativa</b>	1	4
<b>Sí, me interesa</b>	2	8
<b>No, requiere esfuerzo</b>	1	4
<b>No sabe</b>	1	4

En cuanto a la cuestión de *si les parece interesante aprender más de Educación Física mediante este tipo de aplicaciones*, pueden observarse las respuestas en Tabla 4.26, salvo un alumno que indicó que no sabía y otro que no porque requería esfuerzo, el resto respondió que sí, completando sus repuestas con argumento como que permiten aprender más y mejor, entretienen, son educativa y que estaban interesados en el aprendizaje a través de éstas.

Finalmente, se preguntó acerca de *los recursos son los que suelen utilizar para estudiar o buscar información, cuáles les gustaban más*. Las respuestas a la primera se recogen en Tabla 4.27. Destacando de la primera que el buscador y el recurso más usados son Google y Wikipedia, con un 36% y 24%, respectivamente. Mientras que en la segunda, igualmente, Google es el más destacado con un 24%, seguida por la opción en la que los niños afirman no tener ninguno como favorito (con un 20%).

**Tabla 4.27 Cuestionario Primaria: recursos o buscadores que suelen usar**

¿Qué tipos de recurso sueles usar para estudiar o buscar información?	Número	Porcentaje (%)
Jclic	1	4
Yahoo	2	8
Google	9	36
Mozilla	1	4
CEIP (centro de Educación Infantil y Primaria)(Su colegio)	1	4
Wikipedia	6	24
Youtube	1	4
Ninguna	1	4
No responden	3	12

#### **Técnica Indagación 5. Logging o grabación de uso**

En este apartado se va a hacer alusión a la grabación del uso registrado por el agente Dr. Roland.

El agente en su parte de Primaria fue usado en dos colegios (dos experiencias Pri-1 y Pri-2). La primera con una única sesión y la segunda con dos. La Tabla 4.28 recoge una serie de medidas globales del uso, en cuanto a tiempos, sesiones y ejercicios realizados. Los ejercicios totales realizados fueron 37, siendo el tiempo medio para cada uno de ellos 2,43 minutos, el tiempo total de uso del agente han sido 90 minutos.

La Tabla 4.29 recoge una serie de medidas del uso, por experiencia, correspondiendo cada experiencia a cada uno de los dos colegios en los que ha sido puesto en práctica. Recoge

las edades de los niños, y el número de sesiones y niños que lo han usado. El agente ha sido usado por un total de 58 niños de entre 11 y 12 años.

**Tabla 4.28 Evaluación - Grabación del Uso en Primaria: medidas globales**

Medidas	Primaria
Número de colegios (experiencias)	2
Número sesiones totales	3
Número de sesiones medias por colegio	1,5
Número de ejercicios totales hechos	37
Número de ejercicios medios hechos por colegio	18,5
Tiempo total de uso (minutos)	90
Tiempo medio de uso por colegio (minutos)	45
Tiempo medio total de ejercicios	2,43
Tiempo medio de ejercicios por colegio	2,43

**Tabla 4.29 Evaluación - Grabación del Uso en Primaria: medidas por experiencia**

Medidas	Experiencia Pri-1 (1 sesión)	Experiencia Pri-2 (2 sesiones)
Edad de los niños	11-12	11-12
Edad media de los niños	11,5 años	11,5
Número de sesiones	1	2
Número de niños que lo han usado	23	35

La Tabla 4.30 recoge una serie de medidas del uso, por sesiones de cada una de las experiencias (Pri-1 y Pri-2), entendiendo como experiencia aquello que se mencionó previamente, y como sesión cada uno de los días en los que se ha puesto en práctica el agente. Una primera experiencia (Pri-1) con una sesión y una segunda experiencia (Pri-2) con dos sesiones en este caso. Recoge los modos de comunicación entre el usuario y el agente, cómo se introducen las respuestas. Así como si el agente se ha usado de forma individual por cada niño, en parejas, grupos o toda la clase lo ha usado al mismo tiempo, es decir, todos los estudiantes visualizaban el agente habiendo una única interacción. El modo de comunicación y de interacción empleado ha sido por texto y se ha usado el agente en modo individual y en parejas.

**Tabla 4.30 Evaluación - Grabación del Uso en Primaria: medidas por sesión**

Medidas	Experiencia Pri-1: sesión 1	Experiencia Pri-2: sesión 1	Experiencia Pri-2: sesión 2
Modo de introducir respuesta (test con selección, voz, texto)	Texto	Texto	Texto
Comunicación por audio del agente/sólo texto (lee el niño o profesor)	Texto	Texto	Texto
Modo de uso (todos a la vez, grupos, parejas, individual)	Grupo	En parejas	En parejas

### **Métodos de Test**

#### **Técnica Test 1. Thinking Aloud o pensando en voz alta**

Este método no se pudo llevar a cabo por la misma razón que en Educación Secundaria.

#### **Técnica Test 2. Interacción Constructiva**

La información para la realización de este método, se ha recogido de todos los comentarios, impresiones y opiniones que los niños intercambiaban entre ellos durante el uso del agente.

Entre ellos realizaron comentarios del estilo “He acertado la respuesta”, “Aún no he fallado ninguna”, “No me acuerdo de la respuesta”, “Esto lo explicó el profesor”, “No sé lo que significa esta palabra” o “He fallado varias.”

En palabras de la colaboradora, su la actitud del los niños con la experiencia, fue favorable, concretamente añadió que de los comentarios que hacían “se puede destacar la motivación, actitud positiva e interés que los alumnos, en la mayoría de los casos, mostraban al responder las preguntas, sobre todo, sin querer cometer errores”.

En cuanto a comentarios relacionados con la comprensión, no tuvieron muchos problemas en general. Los que hubo, estaban relacionados con la comprensión de algunas de las palabras del campo semántico del deporte, que pudieron entender accediendo al diccionario del agente o con ayuda del profesor.

En cuanto a los comentarios relacionados con la resolución de las preguntas, la gran mayoría fueron favorables. Y los que no lo eran, fue porque habían fallado en resolver porque no se acordaban o estuvieron ausentes cuando se explicó ese contenido.

En general los comentarios entre los niños, fueron favorables en el objetivo de completar y repasar los contenidos de Educación Física, ya explicados por el profesor.

### **Técnica Test 3. Método del Conductor**

No es necesario utilizar este método ya que los niños fueron capaces de responder a las preguntas del agente según se ha explicado en la observación de campo.

### **Técnica Test 4. Medida de las Prestaciones**

En este apartado se va a hacer alusión a las medidas de las prestaciones del uso del agente Dr. Roland.

La Tabla 4.31 recoge una serie de medidas por experiencia, correspondiendo cada experiencia a cada uno de los colegios en los que ha sido puesto en práctica. Dos en este caso (Experiencias Pri-1 y Pri-2). Recoge números de ejercicios realizados (14 y 23 respectivamente), respondidos correctamente, tiempos de uso (35 y 55 minutos), tiempos medios de ejercicios (2,5 y 2,39 minutos) y una serie de porcentajes, como el porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total realizados (64,3% y 73,9%). En el primer colegio se usó con pizarra digital y en el segundo con ordenador.

**Tabla 4.31 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Primaria: medidas por sesión**

<b>Medidas</b>	<b>Experiencia Pri-1 (1 sesión)</b>	<b>Experiencia Pri-2 (2 sesiones)</b>
<b>Número Ejercicios totales hechos en cada experiencia</b>	14	23
<b>Número Ejercicios medios hechos en cada experiencia por sesión</b>	14	11,5
<b>Tiempo total de uso por experiencia (minutos)</b>	35	55
<b>Tiempo medio de uso por experiencia por sesión (minutos)</b>	35	27,5
<b>Dispositivo usado</b>	Pizarra digital	Ordenadores
<b>Número Ejercicios respondidos correctamente por experiencia</b>	9	17
<b>Número de Ejercicios respondidos correctamente por experiencia por sesión</b>	9	8,5
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia</b>	64,286%	73,9%
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia por sesión</b>	64,286%	73,91%
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia(minutos)</b>	2,5	2,39
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia por sesión(minutos)</b>	2,5	2,39



Se recoge una serie de medidas por sesiones de cada una de las experiencias (Pri-1 y Pri-2) en la Tabla B.4 (por razones de espacio la tabla con datos relativos a las sesiones se encuentra en el Apéndice 0), entendiendo como experiencia aquello que se mencionó previamente, y como sesión cada uno de los días en los que se ha puesto en práctica el agente. Dos experiencias en este caso (Pri-1 y Pri-2), la primera (Pri-1) con una sesión y la segunda (Pri-2) con dos. Recoge los ejercicios realizados, tiempos de uso, dificultades en la interacción, porcentajes de ejercicios resueltos de voz o por teclado, uso de reintentos en los ejercicios, uso de la ayuda, ejercicios respondidos correctamente o entendimiento de los ejercicios.

Cabe destacar que de la ayuda se ha hecho uso en todos los ejercicios que no se han resuelto correctamente a la primera, coincidiendo de este modo, también con el porcentaje en los que se ha hecho uso del reintento en la respuesta. Añadir en el tema de los reintentos para Primaria, que dadas las características que tenían los ejercicios en los que cuando respondías inmediatamente te mostraba el resultado de tu respuesta así como resaltada en verde la opción correcta (entre las existentes en el grupo test). Se ha considerado que no han sido respondidos correctamente aquellos ejercicios que en una misma realización de los mismos, no se han resuelto bien a la primera. Por ello, en este caso, matizar que el uso de reintentos en Primaria, pierde importancia por el motivo indicado.

El tiempo medio de uso por ejercicio por sesión (minutos), ha sido de 2,5 en Pri-1 y de 2,5 en la primera sesión de Pri-2 y de 2,31 en la segunda sesión de Pri-2. Se puede observar como en pri-2 en tiempo medio de uso de ejercicio se reduce, lo que puede suponer mayor destreza en el uso o resolución de ejercicios más rápida (por ejemplo sin reintentos). El porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de la ayuda del ejercicio es de 35,7%(Pri-1), 30% (Sesión 1 de Pri-2) y 23,1% (Sesión 1 de Pri-2) y para el porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de reintento en la respuesta es de 35,7% (Pri-1), 30% (Sesión 1 de Pri-2) y 23,1% (Sesión 1 de Pri-2). Se puede comprobar cómo en la segunda sesión de Pri-2 se redujo el porcentaje, lo que podría ir ligado a una mejora en los resultados y aprendizaje.

El algoritmo **RUANLP para la parte de Primaria**, presentado en el apartado 4.1.2, guía la interacción y el diálogo entre los estudiantes y el agente Dr. Roland. Dicho algoritmo ha sido puesto en práctica y usado en el aula para el área de Educación Física.

#### 4.2.5.2 Técnicas de Big Data

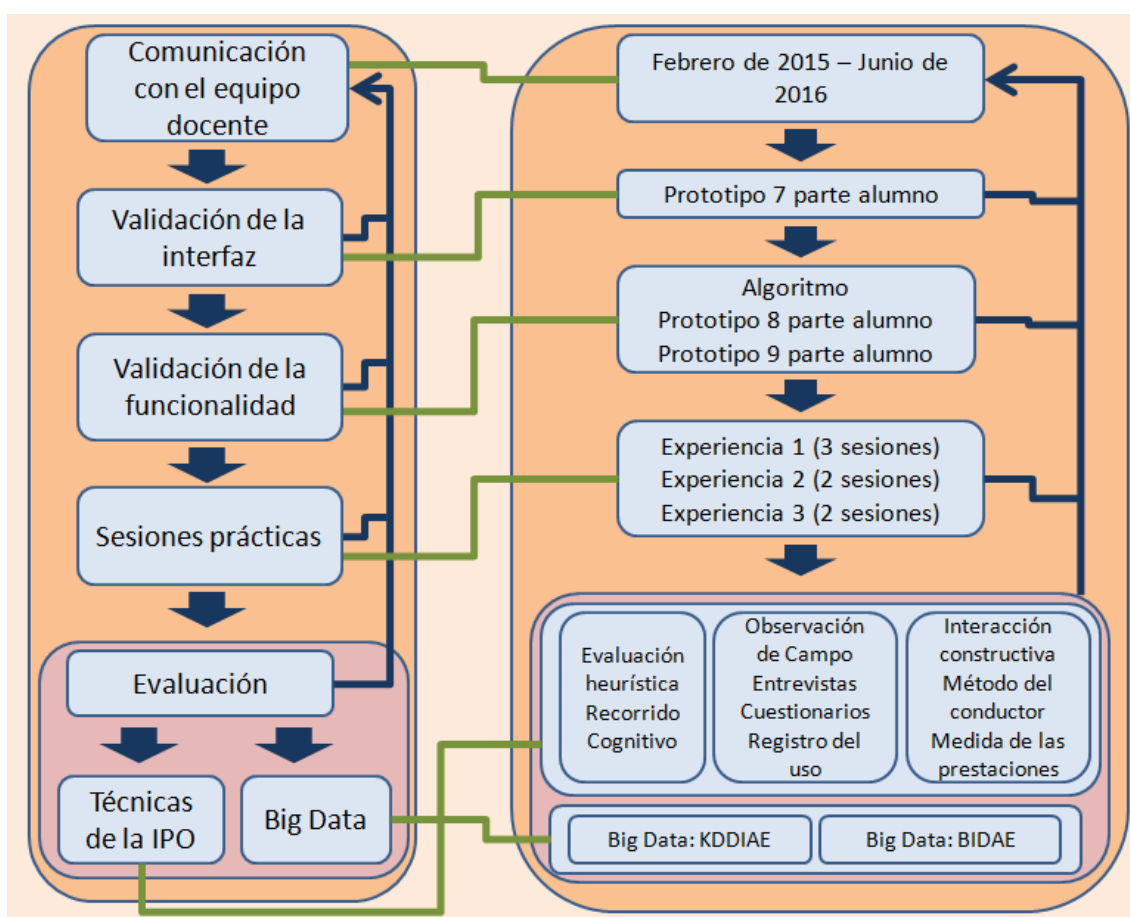
Como se indicó al inicio del apartado de evaluación, so se ha usado técnicas Big Data, al considerarse que la cantidad de datos a analizar no era suficiente.

### 4.3 Integración en el aula de Educación Infantil

En este apartado se hace referencia a la aplicación de MEDIE para adaptar el agente Dr. Roland de niveles de Secundaria y Primaria a Infantil (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016b, c). A dicho agente y a su proceso de diseño, integración en el aula y evaluación, se ha hecho referencia en los apartados previos. Así, en este apartado se explica cómo se aplicó MEDIE

para la adaptación y proceso de diseño, introducción en el aula y evaluación de un ACP para Infantil.

En este caso, la necesidad conjunta surge del vacío detectado en la revisión de la literatura realizada de ACP en edades tan tempranas, y al hecho de no haberse encontrado una metodología completa que indique cómo diseñar, integrar en el aula y evaluar un ACP de Infantil, y la adaptación entre niveles.

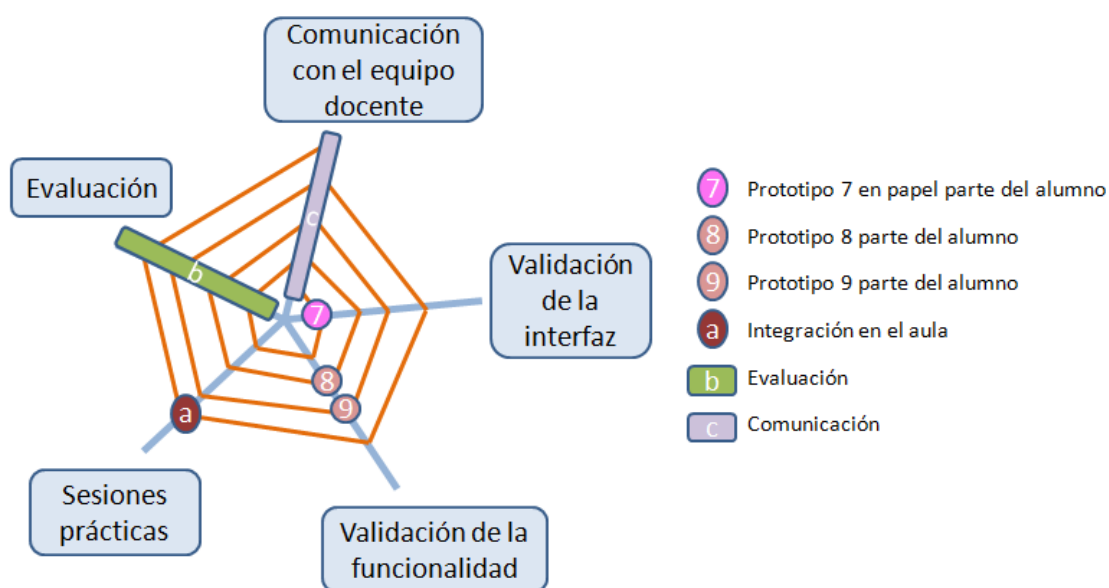


**Figura 4.17** Aplicación de MEDIE en Educación Infantil

Así como de la situación en la que de personas del ámbito educativo desean emplear métodos y tecnologías innovadoras para trabajar con los niños de Infantil, y se encuentran con la falta de las mismas. No cuentan con tecnologías que se adapten a sus necesidades, con un diseño que se adapte a sus alumnos, que incluya su contenido educativo, que puedan tener capacidad de opinión y valoración en el proceso, puedan introducir y usar en sus aulas. Así como el hecho de que sean en español; sirva como ejemplo que gran parte de los agentes son en inglés, como se ha podido comprobar en la revisión de la literatura (puede apreciarse en la Tabla 2.2), siendo el idioma otro factor importante a considerar.

De esta manera, estando en contacto con la Autora y directora de esta tesis, se decide usar MEDIE, para el diseño, integración en el aula y evaluación de un ACP adaptado a lo que previamente se comenta, partiendo del existente para Educación Secundaria y Primaria.

Además, según la revisión de la literatura realizada, no se encontró un agente ya existente que contase con un algoritmo para guiar un diálogo adaptado a niños de edades tan tempranas, en los objetivos planteados. Por ello, se decide diseñar e integrar uno nuevo, según la metodología MEDIE propuesta en el capítulo 3, tomando como base el algoritmo RUANLP ya existente.



**Figura 4.18 Diagrama iterativo e incremental de la aplicación de MEDIE en Infantil**

En la Figura 4.17 puede observarse, de forma gráfica, la aplicación de MEDIE para Educación Infantil. Concretamente, el trabajo realizado en cada una de sus fases y que se presenta en los siguientes apartados. Para ello, se ha establecido la correspondencia entre las fases de MEDIE, presentada en el capítulo tres, que se encuentra en el lado izquierdo de la imagen, con el trabajo realizado durante la aplicación de MEDIE para Educación Infantil en cada una de las fases (parte derecha de la imagen). Además, en la Figura 4.18 puede observarse representación de la aplicación de MEDIE de forma iterativa e incremental.

La parte de la comunicación se representa a lo largo de todo el eje, porque ha sido continua en todo el intervalo que ha durado el trabajo (punto "c" en color morado) al igual que la evaluación de resultados (punto "b" de color verde). En la imagen también se sitúan los prototipos involucrados en todo el proceso, siguiendo el orden en el que se han ido realizando, que son los prototipos 7, 8 y 9 de la parte del alumno (puntos 7,8 y 9 en color rosa de la imagen). Seguidamente, una vez se tenían los prototipos preparados para ser introducidos en el aula, se produjo la integración en la misma (punto "a" de color granate en la imagen).

### 4.3.1 Comunicación con el equipo docente

El equipo docente está formado por tres personas del ámbito educativo que habiendo casi acabado su etapa universitaria, se encuentran en una fase de prácticas de docencia en colegios. Como sucedía para el caso de Educación Infantil, estas personas son a su vez quienes se ponían en contacto con las tutoras de las aulas en las que se integró el ACP. Además, en la comunicación participaron la directora y la autora de este trabajo, actuando como la parte informática investigadora.

Respecto al equipo docente, hay que destacar que no todos los integrantes participaron de igual forma en el proceso. Ello se debió a que quienes tuvieron la necesidad de usar el agente antes, estuvieron involucrados en todo el proceso desde el inicio, mientras que el resto se fue incorporando en fases posteriores. De esta manera, dos personas del ámbito educativo que se encontraban en fase de prácticas (a las que se hará referencia en las experiencias Inf-1 e Inf-2 del apartado 4.3.4), que serán nombradas como profesora Inf-1 y profesora Inf-2 en adelante, son quienes están involucradas en todo el proceso desde el inicio. Mientras que la tercera persona en prácticas (a quien se hará referencia en la experiencia Inf-3 del apartado 4.3.4), que será nombrada como profesora Inf-3 en adelante, se incorpora más tarde, usando directamente el agente.

La profesora Inf-3 integró el agente en el aula de Infantil y lo usó. Con ella existió comunicación para presentarle el agente, comprobar si se ajustaba a sus necesidades, y posteriormente, aportándonos información de su experiencia. La comunicación con ella fue toda por email.

La comunicación con los representantes educativos, se realizó de forma presencial y fluida por email durante los meses de febrero de 2015 hasta agosto de 2015. En la tabla puede verse un resumen de la comunicación mantenida con los representantes educativos mencionados. El contenido se muestra en periodos de meses, ya que al existir una gran comunicación por medios electrónicos, se hace más complejo detallar individualmente cada uno de los contactos mantenidos.

La comunicación se establece inicialmente entre la autora y directora de esta tesis, y dos estudiantes, profesoras Inf-1 e Inf-2, que estando en las fases finales de su etapa universitaria en el Grado de Educación Infantil, iban a realizar prácticas en un colegio. Ambas querían usar en sus prácticas tecnologías diferentes a las habituales, que se adaptasen a sus necesidades, incluyendo el contenido que ellas iban a impartir en sus aulas. De esta manera, surge su necesidad y deseo de emplear las tecnologías. Por ello, se ponen en contacto con la directora y autora de esta tesis.

La comunicación con las dos estudiantes se mantuvo desde comienzos de febrero hasta finales de junio de 2015. Con ellas tuvo lugar una primera reunión presencial celebrada el 6 de febrero de 2015 en la que se les habló de los agentes conversacionales pedagógicos, para ver si se ajustaban a lo que necesitaban. Y en la posibilidad de adaptarlo a sus necesidades.

**Tabla 4.32 Resumen de la comunicación mantenida en Infantil en periodos mensuales**

<b>Periodos mensuales</b>	<b>Contenido</b>
<b>6 de febrero de 2015</b>	Primera reunión presencial con las profesoras Inf-1 e Inf-2 Presentación del agente Dr. Roland para Infantil Recopilación de características a cubrir con el ACP
<b>20 de febrero de 2015</b>	Segunda reunión presencial (con las profesoras Inf-1 e Inf-2): Se muestra el prototipo 7 en papel de la parte del alumno para Infantil. Refinamiento del prototipo 7 en papel Validación del prototipo 7 en papel
<b>Febrero-Mediados de marzo de 2015</b>	Comunicación por email: dudas, características, requisitos Refinamiento del algoritmo Incorporación del contenido de animales y Ciencias de la Naturaleza
<b>Mediados de marzo de 2015</b>	Validación del prototipo 8 de la parte de Infantil Nuevas características a incluir
<b>Mediados de marzo- finales de abril de 2015</b>	Comunicación por email: dudas, características, requisitos Refinamiento del algoritmo
<b>Finales de abril de 2015</b>	Validación del prototipo 9 de la parte de Infantil Validación del algoritmo RUANLP para Infantil
<b>Mayo y Junio de 2015</b>	Integración y uso en el aula por parte de las profesoras Inf-1 e Inf-2
<b>Julio-Agosto de 2015</b>	Comunicación con la profesora Inf-3 Integración y uso en el aula de la profesora Inf-3 La profesora Inf-3 aporta los resultados y conclusiones de su experiencia
<b>Septiembre de 2015 – Junio 2016</b>	Evaluación de resultados

Se celebró una segunda reunión el 20 de febrero de 2015, teniendo en cuenta la información que fueron enviando por email indicando características que tenían que cumplirse. Se presentó el prototipo 7 en papel de la parte del alumno para Infantil, que fue completado ese día con la información proporcionada por ellas.

Respecto al área en el que se iba a usar el agente, la profesora Inf-1 indica que lo usará en Ciencias de la Naturaleza, y la profesora Inf-2 en el de animales.

Para la adaptación del algoritmo se trabajó en paralelo a lo largo de toda la etapa de trabajo con las interfaces, acorde a lo que se iba hablando en las comunicaciones mantenidas.

En lo que respecta a la parte del estudiante, se elaboró un prototipo 8, en el que se trabajó durante febrero y hasta mediados de marzo de 2015, incorporando las características resultantes de las comunicaciones mantenidas, de la ayuda, imagen, colores, opciones, contenido a incluir en el agente, modos de respuestas o interacción entre otros aspectos.

En lo que respecta a la parte del estudiante, se elaboró un prototipo 9 en el que se trabajó desde mediados de marzo hasta finales de abril de 2015, incorporando aspectos como dos modos de interacción con el usuario, por voz y por teclado al introducir la respuesta, o cómo mostrar al niño toda la comunicación por parte del agente.

El contenido resultante de las comunicaciones se detalla de los prototipos y algoritmo en los siguientes apartados.

#### **Tabla 4.33 Perfil de los usuarios de Infantil**

Los usuarios son niños de Infantil de 2 a 5 años. Se están iniciando en la lecto-escritura, algunos saben leer y escribir un poco, pero otros no. Aunque existen diferentes grados de desarrollo, en general aún les falta adquirir competencia tecnológica. Gran parte de los más pequeños todavía no saben teclear, ni usar el ratón, solo tacto en la pizarra digital. Los más mayores tienen más destreza, muchos terminan el ciclo de Infantil sabiendo leer y escribir, aunque con menos soltura de la que adquieren en Primaria (según indicó la experta a la que se hizo referencia en el capítulo 3).

Las representantes del ámbito docente son tres estudiantes en prácticas que habiendo casi acabado su etapa universitaria, se encuentran en una fase de prácticas de docencia en colegios. Se muestran muy favorables al uso de las nuevas tecnologías en las labores educativas.

En cuanto a las tutoras de los niños que usaron el agente, como sucedía para el caso de Primaria, aunque no son parte directa del proceso en todas las fases, sí que lo fueron indirectamente y en la parte de introducción en el aula. Tienen un perfil joven y mostraron una actitud colaboradora, y manifestaron su respaldo y consideración a este tipo de proyectos, lo que se refleja en su apoyo para la realización.

Con esto se validan todas las interfaces de la aplicación del estudiante, siendo éste el que se introducirá en las aulas de Infantil. No obstante, en la interfaz del alumno, seguidamente, serán éstos quienes entren en contacto con ella, y de su uso podrán resultar otras evaluaciones y validaciones, identificándose los posibles problemas que se presenten, modificaciones, u otras sugerencias de cambio. En definitiva, la parte del alumno se ajusta a lo que se estableció durante la comunicación y al cumplir con las expectativas, el equipo docente se mostró satisfecho.

En los meses de mayo y junio se habló acerca de la integración del agente de Infantil en las aulas (González, 2015; Rodil, 2015; Caballero, 2016).

**Tabla 4.34 Necesidades de los profesores de Educación Infantil**

Los estudiantes en prácticas de Infantil, desean emplear métodos y tecnologías más innovadoras para trabajar con los niños, y se encuentran con la falta de las mismas. Necesitan tecnologías que se adapten a sus necesidades, con un diseño que se adapte a sus alumnos, en español, que incluya su contenido educativo de animales y naturaleza, que puedan tener capacidad de opinión y valoración en el proceso y puedan introducir y usar en sus aulas.

Además, centrando la necesidad en ACP, una vez establecido el contacto con la autora y directora de esta tesis, el hecho de no encontrar en la revisión de la literatura un agente ya existente que contase con un algoritmo para guiar un diálogo adaptado a niños de edades tan tempranas, en los objetivos planteados. Todo ello hizo que se plantease realizar uno para Educación Infantil.

La profesora Inf-3 se incorporó más tarde en el proceso, usando directamente el agente. Con ella se establece comunicación a comienzos de Julio de 2015, inicialmente transmite sus necesidades, se le explica Dr. Roland y se le proporciona las claves para que acceda y lo evalúe para ver si se adapta a sus necesidades. Una vez que lo evaluó, indicó que sí lo usaría. Por lo que se prepara la integración del agente Dr. Roland en el aula de Infantil y su uso durante su periodo de prácticas. En este caso, los meses de prácticas y por tanto de uso del agente, son atípicos, siendo julio y agosto, pero su situación personal le impidió realizarlo en otras fechas, según indicó. Una vez que usó el agente proporcionó la información resultante de su experiencia, que se explica en detalle en el apartado 4.3.4 de las sesiones. La comunicación con ella fue toda por email.

En una serie de tablas se recoge el perfil de los niños (Tabla 4.33), las necesidades (Tabla 4.34) y una lista de requisitos ( la Tabla 4.35 muestra un resumen de los mismos, mientras que la Tabla B.5, que se encuentra en el Apéndice B.3.1, recoge la descripción completa, incluyendo cuándo se establecieron, validaron y cómo se hizo) resultantes de las reuniones, que se irán validando en los siguientes apartados, en ellos también se detalla el trabajo derivado del contenido de las reuniones. En la Tabla B.5 (Apéndice B.3.1), en la columna de modo de validación, cuando se indica “aprobación verbal” se refiere a que no se necesitó validar el requisito con la existencia de un prototipo o algoritmo, sino que hubo una aprobación verbal durante el proceso de comunicación, una vez que los docentes tomaron la decisión, coincidiendo así el momento de establecimiento y validación del requisito.

**Tabla 4.35 Resumen de los requisitos resultantes de las reuniones para Infantil**

<b>Identificador</b>	<b>Requisito</b>
<b>Inf-R1</b>	El agente tendrá que poder ser usado por niños de Infantil de 2 a 5 años
<b>Inf-R2</b>	Agente constará de la parte del niño para Infantil
<b>Inf-R3</b>	El agente tendrá una interfaz llamativa, que capte la atención
<b>Inf-R4</b>	El agente incorporará una imagen atractiva y simpática para los niños
<b>Inf-R5</b>	El agente en la parte del alumno tendrá elementos multimedia: imágenes y vídeos
<b>Inf-R6</b>	El agente permitirá la posibilidad de interactuar por voz o teclado
<b>Inf-R7</b>	El agente mostrará junto al texto del enunciado el material que lo complementa.
<b>Inf-R8</b>	El sistema permitirá ajustar todos los videos que se muestren
<b>Inf-R9</b>	El agente tendrá dos temáticas: animales y naturaleza
<b>Inf-R10</b>	El agente incorpora el contenido proporcionado por las estudiantes en prácticas.
<b>Inf-R11</b>	El agente irá mostrando al estudiante en cada caso únicamente las opciones para que responda, acorde al caso y a su acción previa
<b>Inf-R12</b>	El agente será flexible en el modo de comunicar información del agente al niño
<b>Inf-R13</b>	El agente se podrá comunicar por voz, ajustable
<b>Inf-R14</b>	El agente incorporará opciones de activación del audio y texto escrito
<b>Inf-R15</b>	El agente en los casos en los que el estudiante no sabe lo que tiene que hacer, mostrará la opción para que pueda seleccionar ayuda
<b>Inf-R16</b>	El agente deberá mostrar al alumno ayuda si el ejercicio la tiene disponible y el estudiante la solicita
<b>Inf-R17</b>	El agente debe permitir los modos de resolución por voz y por teclado, si el ejercicio dispone de ambas opciones
<b>Inf-R18</b>	El agente mostrará un teclado si se selecciona el modo de resolución por teclado
<b>Inf-R19</b>	El agente debe permitir para el modo de resolución por voz, que la validación sea realizada por la profesora, y le indique (al agente) la respuesta
<b>Inf-R20</b>	El agente, en caso de que se responda incorrectamente deberá informar de ello y ofrecer la posibilidad de resolver de nuevo
<b>Inf-R21</b>	El agente deberá ofrecer al alumno la posibilidad de mostrarle el resultado, en caso de que éste no quiera resolver de nuevo
<b>Inf-R22</b>	El agente, una vez terminado un ejercicio, preguntará si quiere hacer otro ejercicio, mostrando uno nuevo si la respuesta es sí. Y despidiéndose del alumno si caso contrario



### **4.3.2 Validación de la interfaz**

En este apartado, se va a hacer referencia a las validaciones realizadas hasta obtener el prototipo del alumno que será introducido en las aulas de Infantil. La parte del profesor, no sufrió modificaciones puesto que los estudiantes en prácticas indicaron que no lo usarían ya que todo el contenido que necesitaban para la asignatura, estaría incorporado previamente por lo que no tendrían que incluir nuevo contenido. Los prototipos desarrollados serán presentados en el siguiente apartado.

#### **4.3.2.1 Parte del estudiante: Prototipo 7**

En la primera reunión presencial celebrada el 6 de febrero de 2015 se les habló de los agentes conversacionales pedagógicos, para ver si se ajustaban a lo que necesitaban. Para ello, se les presentó el agente Dr. Roland, y se les explicó el contexto en el que se usó, indicándoles que se podría adaptar por un lado para que cumpla las características de interfaz e interacción de los niños de Infantil. Así como adaptar el contenido educativo que ellas precisan, para niños del ciclo de Infantil de 2 a 5 años.

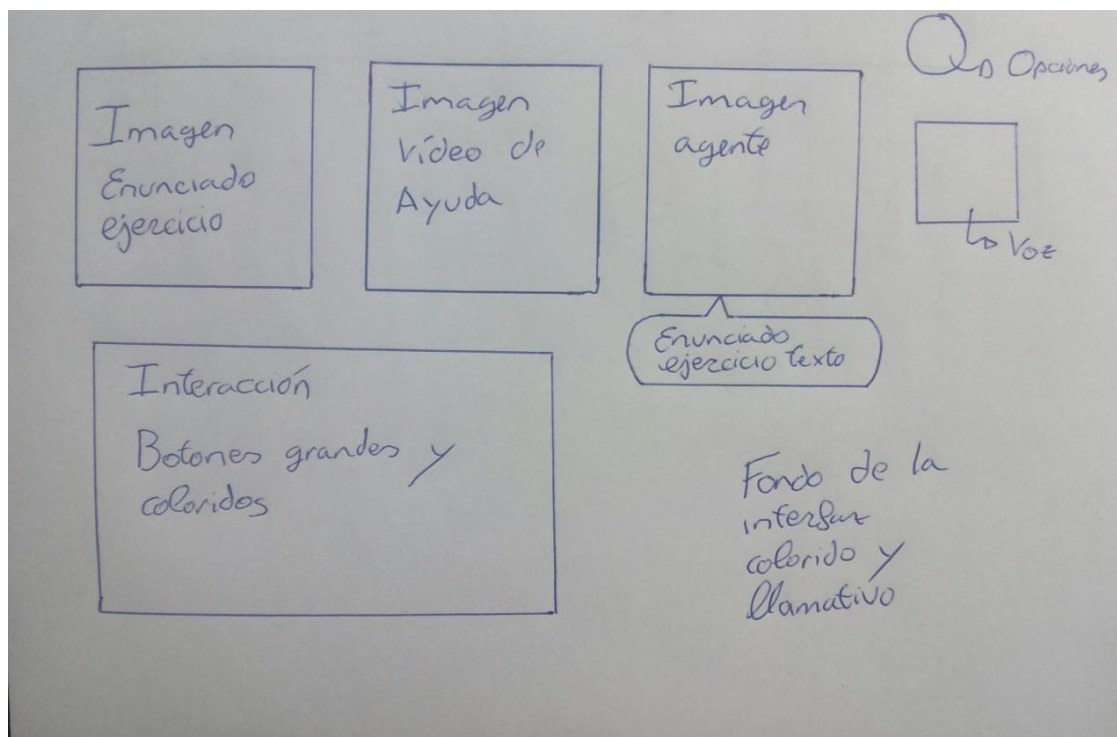
Tanto la profesora Inf-1 como la profesora Inf-2, se muestran encantadas con la idea, por lo que se decide trabajar en ello de forma conjunta. Con la aceptación, se establecen los dos primeros requisitos, relacionados con aquello a lo que se acaba de hacer mención, el agente tiene que poder ser usado por niños de Infantil de 2 a 5 años (requisito Inf-R1), constanding así de una parte para ellos (requisito Inf-R2).

En la segunda reunión, celebrada el 20 de febrero de 2015, teniendo en cuenta la información que fueron enviando por email indicando características que tenían que cumplirse, como que fuera llamativa, ya que en estas edades tan tempranas de los niños es importante captar su atención (establecimiento del requisito Inf-R3), más contenido multimedia, como imágenes o videos (establecimiento del requisito Inf-R5) o el hecho de que al ser niños tan pequeños, algunos no saben leer ni escribir. Se presentó un prototipo 7 en papel de la parte del alumno para Infantil, que fue completado ese día con ellas con la información proporcionada, puede observarse en la Figura 4.19.

En el prototipo, se indica que el fondo de la interfaz será colorido, conforme a lo que habían indicado que debía ser llamativo para captar la atención de los niños de esa edad (validación requisito Inf-R1, y por lo tanto la existencia de la parte del alumno, y por lo tanto el requisito Inf-R2).

Se aprecia en la esquina superior izquierda un recuadro en el que irá la imagen del enunciado del ejercicio (establecimiento del requisito Inf-R7). Seguidamente, en caso de que el ejercicio disponga de ayuda y el usuario la solicite (establecimiento de los requisitos Inf-R15 e Inf-R16), se mostrará la imagen o video correspondiente (los vídeos serán ajustables, establecimiento del requisito Inf-R8). En la derecha, aparece otro recuadro que contendrá la imagen del agente (con ello se valida el requisito Inf-R5).

En la parte inferior de la imagen del agente (que tiene que ser atractiva y simpática para los niños, establecimiento del requisito Inf-R4), aparecerá el enunciado en texto del ejercicio.



**Figura 4.19 Prototipo 7 en papel de la interfaz del estudiante de Infantil**

Ante las características de los niños tan pequeños, que no saben leer ni escribir, se les propone la posibilidad de interactuar por voz y/o pulsando algunas teclas (establecimiento del requisito Inf-R6). Y aunque está pendiente de definir cómo se hará, se indica que en la parte inferior de las imágenes, se producirá la interacción entre el usuario y el niño. Se indica que los botones que se añadirán serán grandes y coloridos, siguiendo en la línea del resto de características de la imagen. Además, aunque aún no se ha decidido cómo se hará, se indica que la parte del trabajo con la voz iría a la derecha y que será ajustable (establecimiento del requisito Inf-R13).

Por último, las posibles opciones que se incorporen, irían en la parte superior derecha en un botón de opciones, destinado a tal efecto.

Tanto la profesora Inf-1 como la profesora Inf-2, se muestran encantadas, estando de acuerdo con las características del agente (con ello se establecen como requisitos las propuestas mencionadas, al ser aceptadas por ellas), validando de esta manera la existencia de la parte del alumno para Infantil, así como el prototipo 7 en papel.

### 4.3.3 Validación de la funcionalidad

En este apartado se presenta la evolución del algoritmo RUANLP (Tamayo-Moreno, 2012; Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2014) para guiar la interacción entre el agente Dr. Roland y los estudiantes de Infantil, y la validación por parte del equipo docente de los prototipos de la parte de los alumnos. Los prototipos se fueron mostrando según un diseño y desarrollo iterativo e incremental en espiral.

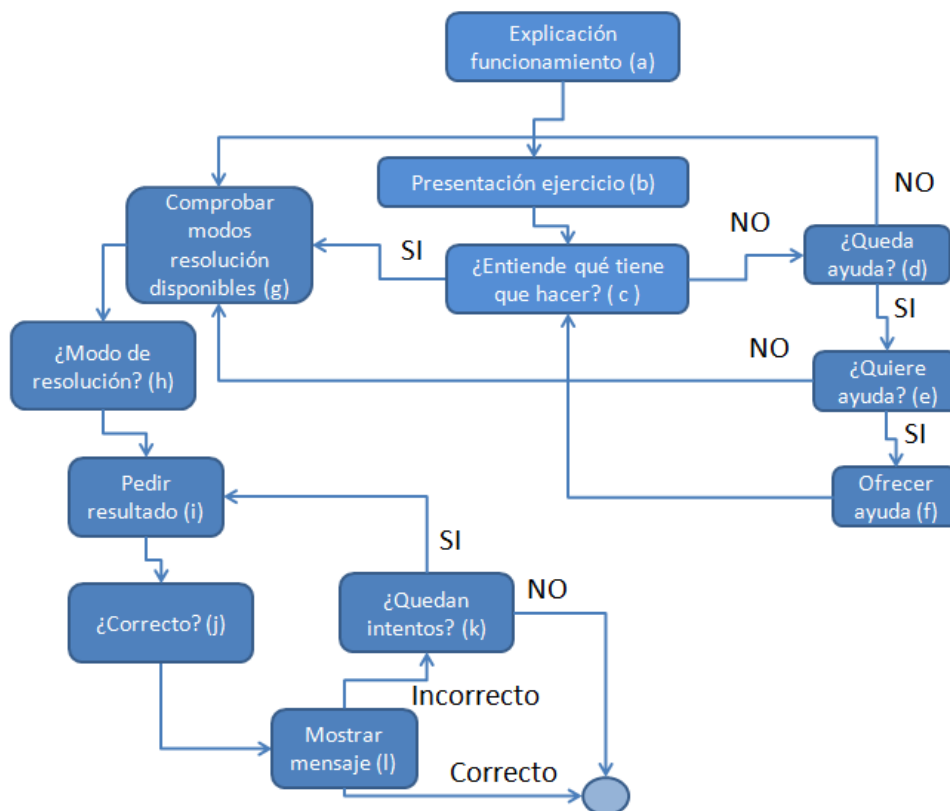
#### 4.3.3.1 Algoritmo

El algoritmo que marcará el diálogo y la interacción, se fue modelando tomando como base el existente para el nivel de Secundaria, siendo adaptado conforme a la información resultante de las comunicaciones mantenidas, así como de la obtenida en la fase de documentación.

RUANLP como se describe en el apartado 4.1.3.1.2, se validó para el área de comprensión de los ejercicios de Matemáticas para estudiantes de Educación Secundaria, puede encontrarse más información al respecto en Tamayo-Moreno (2012). El algoritmo para Infantil fue el resultado de las comunicaciones, refinamientos, avances y adaptaciones resultantes de las comunicaciones mantenidas en el periodo que va de febrero hasta finales de abril de 2015.

```
1 fin=no;
2 while (no fin){
3     explicaciónFuncionamientoInterfaz();
4     mostrarEjercicio();
5     peticiónDeSiEntiendeQuéHacer();
6     esVálido=comprobarComprensión(); // (1)
7     if(esVálido){
8         comprobarModosDeInteracciónParaResolverDisponiblesDelEjercicio();
9         peticiónDelModoDeInteracciónParaResolver();
10        mostrarOpcionesParaResponderDeAcuerdoAlModoDeInteracciónSeleccionado();
11        esCorrecto=no; // (2)
12        quedanIntentosResolver=si;
13        while( quedanIntentosResolver && no esCorrecto){
14            pedirResultadoEjercicio();
15            esCorrecto=verificarResultado();
16            if(no esCorrecto){
17                mensajeRespuestaIncorrecta();
18                quedanIntentosResolver=otroIntentoResolución();
19            }else{
20                mensajeRespuestaCorrecta();
21            }
22        }
23        fin=preguntaSiRealizarOtroEjercicio(); // respuesta si -> fin=no
24    }else{
25        ayudaDisponible=quedaAyuda();
26        if(ayudaDisponible) {
27            muestraOpcionesParaResponderSiQuiereAyuda();
28            ayuda=ofrecerAyuda();
29            if(ayuda){
30                muestraAyuda();
31                peticiónDeSiEntiendeQuéHacer(); // ir a (1)
32            }
33        }
34        comprobarModosDeInteracciónParaResolverDisponiblesDelEjercicio();
35        resoluciónSeleccionada = peticiónDelModoDeInteracciónParaResolver();
36        if(resoluciónSeleccionada){
37            mostrarOpcionesParaResponderDeAcuerdoAlModoDeInteracciónSeleccionado() // Ir a (2)
38        }
39    }
40 }
41 mostrarMensajeDespedida();
42 terminar();
```

Figura 4.20 Pseudocódigo de la versión final del algoritmo RUANLP de Infantil



**Figura 4.21 Diagrama de la versión del algoritmo RUANLP de Infantil**

El algoritmo resultante es el que se presenta en Figura 4.20, y en la Figura 4.21 puede verse un diagrama a más alto nivel del algoritmo.

El algoritmo inicialmente muestra una breve explicación de cómo funciona (línea 3, bloque “a” en diagrama) para que los niños al ser tan pequeños, puedan recordar cómo interactuar con el agente. Concretamente, el empleado en Dr. Roland para Infantil, incluye una breve presentación y explicación:

“Hola, soy el agente Dr. Roland y te voy a ayudar. Recuerda: 1) Esquina superior derecha para elegir opciones. 2) Tecla amarilla de interrogación para ayuda (si el ejercicio la tiene). 3) Tecla blanca de audio para resolver de voz. 4) Tecla rosa de teclado para resolver con teclado. Pulsa sí para continuar.”

Seguidamente se muestra el ejercicio (línea 4, bloque “b” en diagrama). A continuación, pregunta al estudiante si entiende lo que tiene que hacer (línea 5, bloque “c” en diagrama).

- Si el estudiante sabe lo que tiene que hacer, el agente pregunta al estudiante el modo de interacción que quiere emplear para resolver (línea 9). En este caso, los modos ofrecidos son por voz o por teclado. Sin embargo, hay que tener en cuenta, que no siempre se van a mostrar todos los modos de interacción, ya que hay ejercicios para los que resolver por uno u otro no sería práctico, por ejemplo, en un ejercicio en el que sea “dime las diferencias entre....” Donde la comprobación mediante lo escrito sería

muy compleja ya que la respuesta puede ser más o menos extensa. Por ello, antes de mostrar el modo de interacción, se comprueba por el tipo de ejercicio cuáles hay disponibles (línea 8, bloque “g” en diagrama), y en función de ello, se muestran los modos de interacción que corresponda (línea 9, bloque “h” en diagrama) (validación requisito Inf-R17).

De acuerdo a la selección realizada, se le muestra las opciones correspondientes para que responda (línea 10, bloque “i” en diagrama). En este caso, si ha seleccionado que por teclado (línea 14, bloque “i” en diagrama), aparece un teclado para que pueda escribir las respuestas pulsando las teclas (validación requisito Inf-R18), y además, aparece un recuadro en blanco, en el que se irán escribiendo las teclas que vaya pulsando. Además, podría escribir directamente en el recuadro. Una vez que se haya insertado la respuesta, se pulsará intro.

Si ha seleccionado por voz, en este caso la comprobación la hará la profesora, comunicando después al agente el resultado (línea 14, bloque “i” en diagrama) (validación requisito Inf-R19). Para ello, el agente muestra las opciones correspondientes para que responda, que son dos teclas en las que si la respuesta de voz está bien, se pulsará “sí”, y si no “no”.

Se comprueba si la respuesta es correcta o incorrecta (línea 15, bloque “j” en diagrama).

- Si es incorrecta, se le informa de ello (línea 17, bloque “l” en diagrama), y se pregunta si quiere resolver otra vez (línea 18, bloque “k” en diagrama) (validación requisito Inf-R20, establecido en las sucesivas comunicaciones).
  - Si indica que quiere resolver otra vez, se le vuelve a mostrar las opciones correspondientes para que responda (línea 14, bloque “i” en diagrama), de acuerdo al modo de interacción que seleccionó, repitiéndose el proceso anterior.
  - Si indica que no, se le pregunta si quiere ver el resultado correcto (validación requisito Inf-R21, establecido en las sucesivas comunicaciones):
    - Si indica que sí, se le muestra la respuesta correcta. Y se le pregunta si quiere realizar otro ejercicio (línea 23).
    - Si indica que no, se le pregunta si quiere realizar otro ejercicio (línea 23) (validación requisito Inf-R22, establecido en las sucesivas comunicaciones).
- Si quiere realizar otro ejercicio, se le muestra un nuevo ejercicio (línea 4, bloque “b” en diagrama).
- Si no quiere realizar otro ejercicio. El agente le muestra un mensaje en el que se despide de él (línea 41) y finaliza el programa (línea 42). Concretamente el mensaje de despedida es “Vuelve pronto. Nos vemos mañana”.

- Si es correcta, se le informa de ello (línea 20, bloque “l” en diagrama), y se pregunta si quiere realizar otro ejercicio (línea 23), planteándose de nuevo, la situación explicada antes de esta pregunta (validación requisito Inf-R22):
  - Si quiere realizar otro ejercicio, se le muestra un nuevo ejercicio (línea 4, bloque “b” en diagrama).
  - Si no quiere realizar otro ejercicio. El agente le muestra un mensaje en el que se despide de él (línea 41) y finaliza el programa (línea 42). Concretamente el mensaje de despedida es “Vuelve pronto. Nos vemos mañana”.
- Si el estudiante no sabe lo que tiene que hacer.
  - Si el ejercicio tiene ayuda disponible (línea 25, bloque “d” en diagrama), se le muestra la opción de ayuda (línea 27, bloque “d” en diagrama) (validación requisito Inf-R15), junto a las de los modos de interacción para la respuesta disponibles, junto a un mensaje explicativo. Concretamente “Recuerda: 1) Esquina superior derecha para elegir opciones. 2) Tecla amarilla de interrogación para ayuda (si el ejercicio la tiene). 3) Tecla blanca de audio para resolver de voz. 4) Tecla rosa de teclado para resolver con teclado.”

Si el estudiante pulsa la opción de ayuda (línea 28, bloque “e” en diagrama), se le muestra la ayuda del ejercicio (línea 30, bloque “f” en diagrama) (validación requisito Inf-R16), para que el estudiante pueda hacer uso de ello y con ello, intentar que sepa resolver.

Una vez ofrecida la ayuda se le vuelve a preguntar si entiende lo que tiene que hacer (línea 31, bloque “c” en diagrama), con unas teclas para que responda.

- Si ya entiende lo que tiene que hacer (líneas 34, 35 y 37, bloque “g” en diagrama), se le muestran las opciones para que responda, volviendo al punto anterior en el que se planteaba esta situación (línea 11).
- Si no entiende lo que tiene que hacer, se le seguirá ofreciendo ayuda, mientras el ejercicio la tenga disponible, repitiéndose el proceso (línea 1, bloque “d” en diagrama), hasta que entienda el ejercicio o se quede sin ayuda. Si acaba entendiendo, se le muestran las opciones para que responda, volviendo al punto anterior en el que se planteaba esta situación. Si no queda ayuda y no entiende, salen las opciones de responder del inicio.

En cualquier caso, añadir, que ante la situación de que el estudiante no sabe lo que tiene que hacer, siempre se comprueban las opciones de resolución que tiene el ejercicio (línea 34, bloque “g” en diagrama), y se muestran dichas opciones (línea 35, bloque “h” en diagrama). De tal manera, que en esta situación en la que el usuario no entiende qué tiene que hacer, el botón de ayuda si la hay (bloque “e” en diagrama), aparecerá junto a las opciones de resolución correspondientes (bloque “h” en

diagrama), y si no hay más ayuda, aparecerán sólo las opciones de resolución (bloque “h” en diagrama). Si el estudiante en vez de la ayuda pulsase alguno de los modos de resolución (línea 37), se iría al punto en el que de acuerdo a la selección realizada, se le muestra las opciones correspondientes para que responda, continuando el flujo desde ese punto (línea 6, bloque “i” en diagrama).

Para la adaptación del algoritmo se trabajó en paralelo a lo largo de toda la etapa de trabajo con las interfaces, acorde a lo que se iba hablando en las comunicaciones mantenidas. Los avances y refinamientos se iban mostrando a los representantes del ámbito educativo, que verificaban que se cubriese los aspectos a los que se iba haciendo mención. Finalmente, cuando se tuvo acabado, se presentó el algoritmo completo, explicándoles por un lado el pseudocódigo al que se ha hecho mención previamente, y además, se les mostró en funcionamiento en una interacción con el agente. El equipo docente indicó que cubría las necesidades, validándolo a finales de abril de 2015.

#### 4.3.3.2 Prototipos

Los prototipos codificados de la parte del alumno que se introdujo en el aula de Infantil, fue el resultado de la comunicaciones mantenidas, así mismo derivada de prototipos previos.

##### 4.3.3.2.1 Parte del estudiante: prototipo 8

En lo que respecta a la parte del estudiante, se elaboró un prototipo 8, en el que se trabajó durante febrero y hasta mediados de marzo de 2015, incorporando las características resultantes de las comunicaciones mantenidas. El prototipo fue validado a mediados de marzo de 2015, pueden observarse imágenes de las interfaces en Figura 4.22, Figura 4.23, Figura 4.24, Figura 4.25, Figura 4.26 y Figura 4.27, de acuerdo a lo hablado.



Figura 4.22 Prototipo 8 Infantil - Interfaz inicial

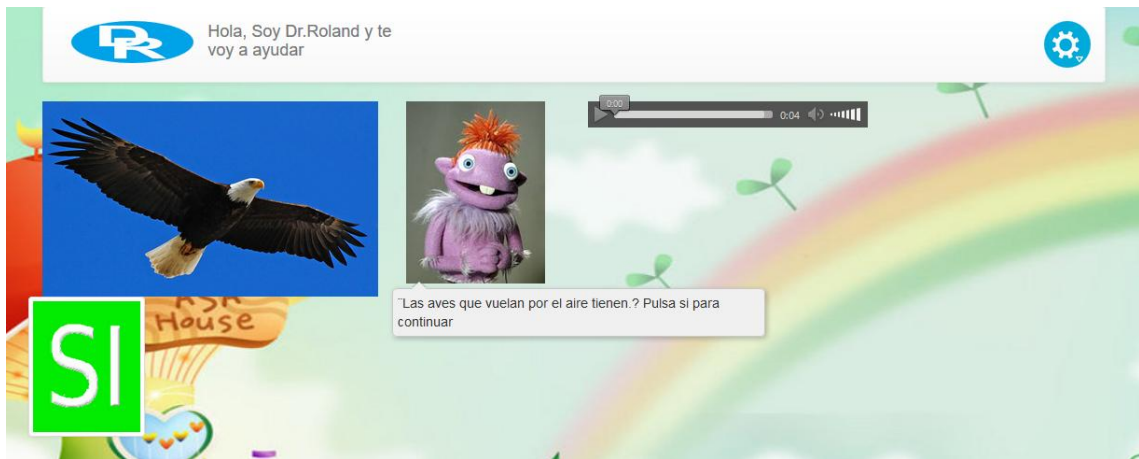


Figura 4.23 Prototipo 8 Infantil - Enunciado del ejercicio

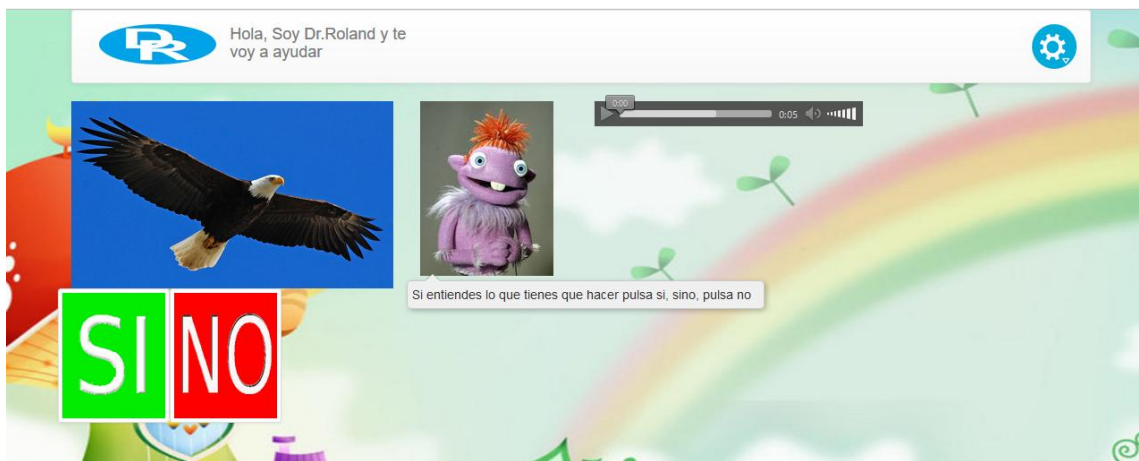


Figura 4.24 Prototipo 8 Infantil - Se pregunta si entiende lo que se tiene que hacer

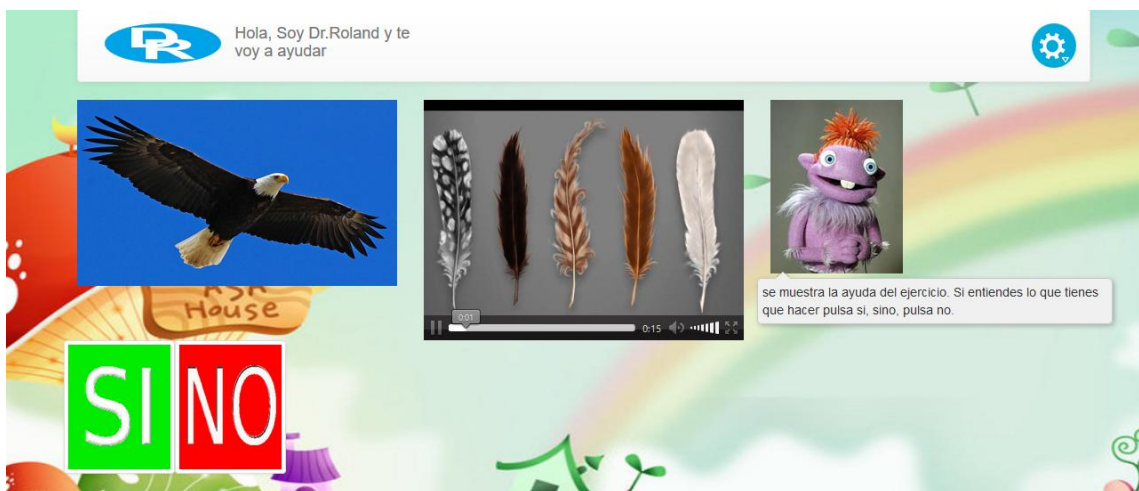
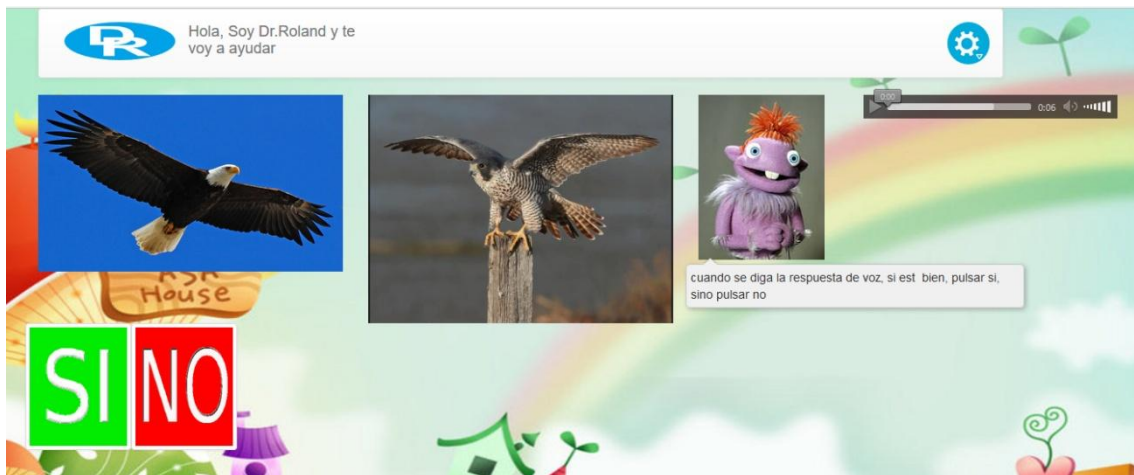
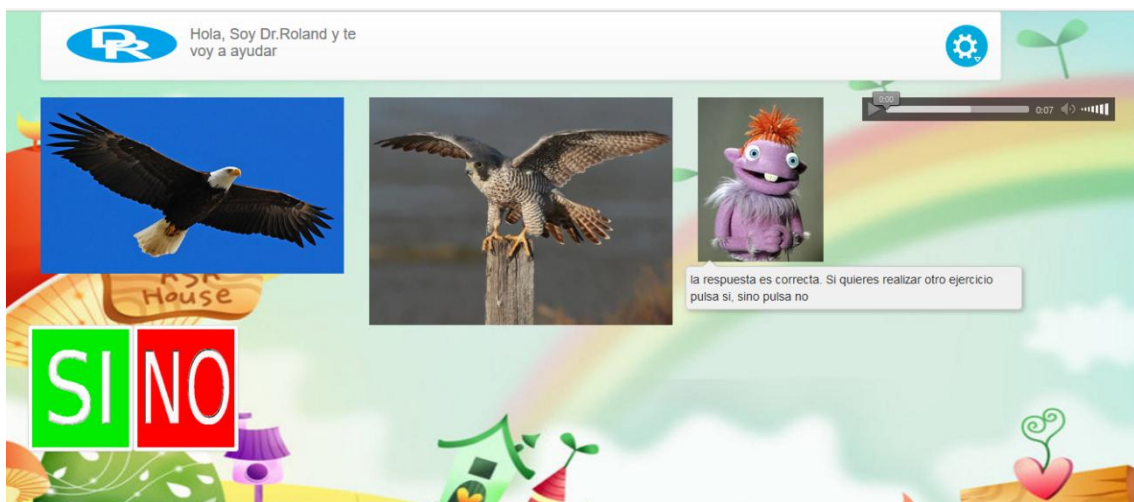


Figura 4.25 Prototipo 8 Infantil - Se muestra ayuda





**Figura 4.26 Prototipo 8 Infantil - Interacción por voz**



**Figura 4.27 Prototipo 8 Infantil - Se informa que la respuesta es correcta**

Se presentó el prototipo 8 a mediados de Marzo de 2015, que como puede comprobarse en la Figura 4.22. Están de acuerdo respecto a la estructura general, porque es una estructura simple, que cumplía con lo que se había plasmado en el prototipo 7 en papel.

En la esquina superior izquierda se muestra la imagen que complementa el ejercicio (validación requisito Inf-R7). En caso de que el ejercicio tenga ayuda, si el estudiante no sabe lo que tiene que hacer se le muestra la opción de ayuda (validación requisito Inf-R15). Ésta trata de un elemento multimedia, mostrándose a continuación, en forma de imagen o video, como se aprecia en la Figura 4.25 (validación requisito Inf-R16). El video además puede ajustarse visualizándose todas las veces que se quiera, deteniéndolo, avanzando al punto que se desee o ajustando el volumen (validación requisito Inf-R8).

Respecto a la imagen de Dr. Roland, fue un aspecto a debate, intentando encontrar un equilibrio entre una imagen que gustase a los niños, captase su atención pero no los distrajesse demasiado y les resultase simpático. Finalmente, se decidió emplear una imagen que hacía no mucho tiempo habían estado muy de moda entre los niños, fue el personaje lulilla de los

dibujos animados “Los Lunnies”, que es simpático, capta la atención y al ser estática y por sus características no distrae mucho (validación requisito Inf-R4).

El fondo de la interfaz es llamativo, colorido y con elementos que captan la atención de los niños como una seta, un arcoíris etc. (validación requisito Inf-R3).

En la esquina superior derecha aparece el botón en el que se incluyen las opciones.

En este periodo las profesoras proporcionaron el contenido a incluir en el agente, que era el tema de los animales y de la naturaleza (indicaron al inicio que el contenido sería proporcionado por ellas estableciéndose así el requisito Inf-R10, y que sería el relativo a los temas a los que se acaba de hacer mención, requisito Inf-R9), que se incorporó en el agente (validación requisitos Inf-R9 e Inf-R10).

En la parte inferior de la imagen se muestra el texto que dice el agente. Se decidió poner en forma de bocadillo al lado de la imagen, para que simule y sea más fácil de entender que son comentarios del agente. Intentando con ello crear una interacción más creíble haciéndola más cercana a la realidad.

En la Figura 4.27 se muestra un ejemplo en el que, haciendo uso del área de texto a la que se acaba de hacer referencia, una vez acabado el ejercicio consulta al estudiante si quiere hacer otro, habilitando las opciones para que responda (validación requisito Inf-R22).

Se aprecia también que en la parte inferior, tiene lugar la interacción entre el estudiante y el agente. Para ello, se muestran teclas grandes y llamativas, siendo muy coloridas. Con ello se cubre el aspecto de que tienen que ser elementos llamativos, que capten la atención (validación requisito Inf-R3), y además facilitan la interacción con los niños, ya que sólo deben solo pulsarlas en caso de que decidan que quieren ser ellos quienes interactúen directamente.

Además se aprecia, que aunque todavía no esté en funcionamiento, se han incluido las teclas que permitirán meter la respuesta por teclado (validación requisito Inf-R6), y que el propio agente lea sus comentarios, que son los que se muestra en el bocadillo.

Esto es importante porque una de las inquietudes que nos transmitieron las chicas, era que muchos niños no sabían leer ni escribir, y otros se estaban iniciando. Además, que sería de utilidad que el profesor tuviese también la posibilidad de leer el ejercicio y las preguntas que el agente iba diciendo. De esta manera, lo que se propuso fue, por un lado, añadir un teclado llamativo que permitiese a los niños, si querían introducir la respuesta por teclado, poder hacerlo (como muchos se están iniciando en la lecto-escritura, el ir reconociendo fonemas les sería muy útil), estableciendo así el requisito Inf-R18.

Y por otro lado, que el agente tuviese la posibilidad de interactuar por voz, y que esto pudiese ajustarse: activarse, pararse, ajustar el volumen. Esto, junto con el hecho de que el texto que el agente dice, se muestre en el bocadillo, permitía cubrir la posibilidad de que pudiera ser el docente quien leyese el texto, ya que sólo tendría que no activar la voz del agente y podría ser leído por él o ella.

Además, de incluir unas opciones que permitiesen activar o desactivar la interacción escrita o de voz (establecimiento del requisito Inf-R14), todos estos cambios resultaron de la visualización de prototipo 8, por lo que se incluyeron para el prototipo 9.

En esta etapa también se fue trabajando en la adaptación del algoritmo, de tal manera que cubriese los aspectos a los que se iba haciendo mención, considerándolos en la interacción.

Las representantes del ámbito educativo, se muestran satisfechas con las interfaces mostradas, validando las mismas a mediados de marzo de 2015.

#### 4.3.3.2.2 Parte del estudiante: prototipo 9

En lo que respecta a la parte del estudiante, se elaboró un prototipo 9 en el que se trabajó desde mediados de marzo hasta finales de abril de 2015, incorporando las características resultantes de las comunicaciones mantenidas. El prototipo fue validado a finales de abril de 2015, pueden observarse imágenes de las interfaces en Figura 4.28, Figura 4.29 de acuerdo a lo hablado.

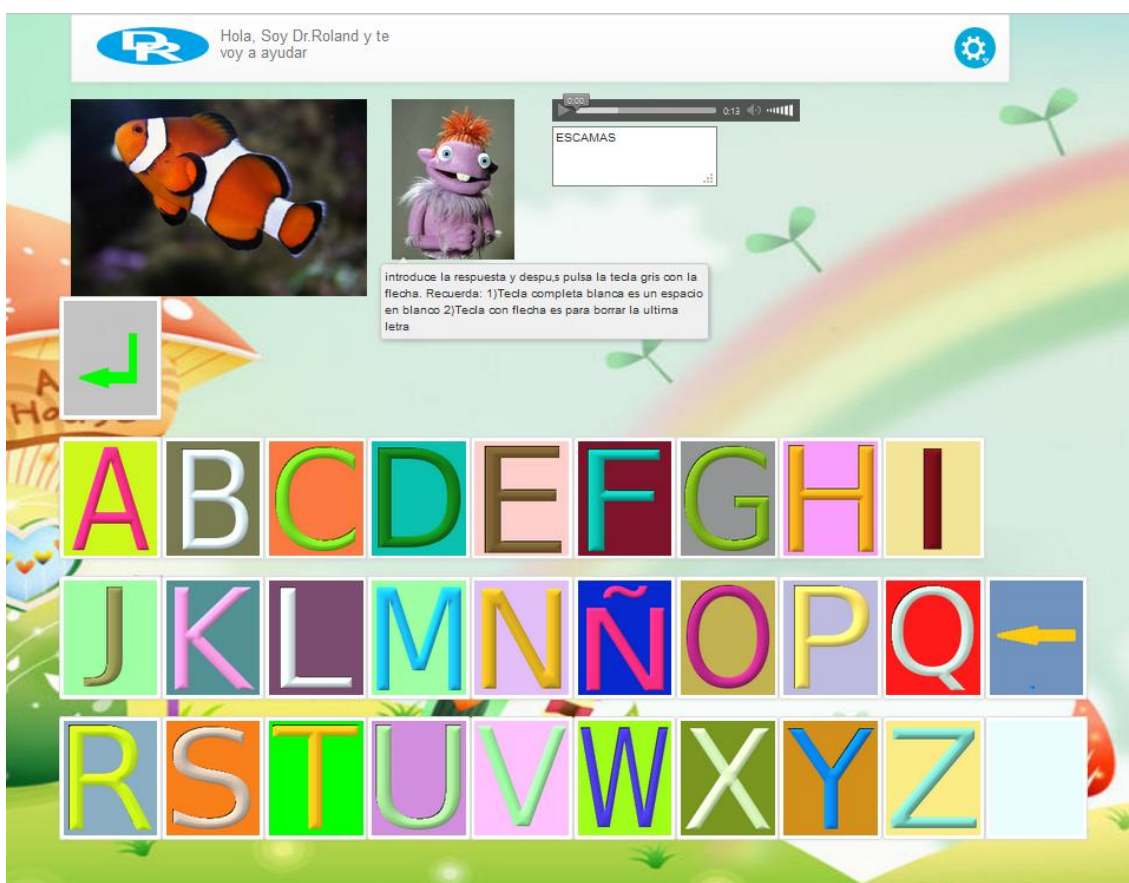
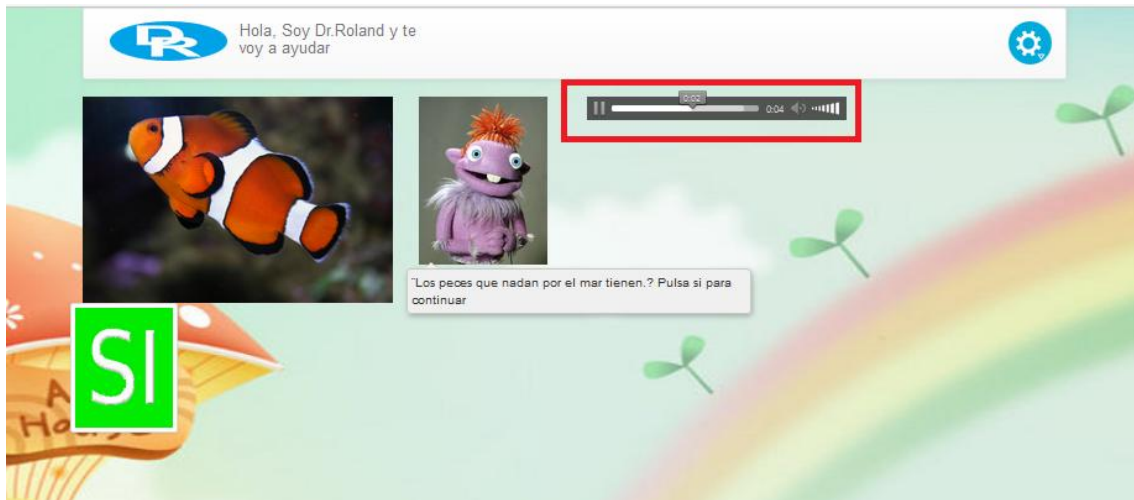


Figura 4.28 Prototipo 9 Infantil – Interacción con teclado



**Figura 4.29 Prototipo 9 Infantil - Se incluye y activa la voz del agente**

A finales de abril de 2015 se presenta el prototipo 9. Dicho prototipo recoge las inquietudes que transmitió el equipo docente, respecto a que muchos de los niños no sabían leer ni escribir, y otros se estaban iniciando, por lo que el agente debería ser flexible para cubrir estas facetas (establecimiento del requisito Inf-R12).

Para ello, se incorporó al agente un teclado, como puede apreciarse en la Figura 4.28. El teclado está formado por teclas de gran tamaño y muy coloridas, lo que facilita la interacción y capta la atención de los niños/as. En el interior de cada tecla hay una letra, también colorida, lo que facilita también el reconocimiento y recuerdo de la misma. Además, las letras están dispuestas en orden alfabético, esto se hizo así porque como muchos niños están iniciándose en el conocimiento de la lecto-escritura, a la hora de localizar aquella que quieren pulsar, pueden seguir un orden, y esta disposición se lo facilita.

La introducción del teclado permite la interacción por texto al dar la respuesta. De tal manera, que cuando se selecciona el modo de interacción por teclado, aparece además un recuadro blanco, en el que se irán escribiendo las teclas que el niño pulse, pudiéndose también escribir en dicho recuadro sin usar el teclado de la aplicación y haciendo uso de un teclado externo. El hecho de que se muestre lo que se escribe, permite visualizar lo que se ha ido escribiendo y realizar correcciones en caso de error (validación requisito Inf-R18).

Se incorporó también la posibilidad de que el propio agente lea lo que va mostrando como texto en el bocadillo inferior de su imagen, como puede apreciarse en la imagen Figura 4.29 (validación del requisito Inf-R13). Y que esta opción fuese ajustable, es decir, que pudiese activarse, desactivarse, pausarse o modificarse el volumen cuando se quisiese.

De tal manera que el agente (como se decidió durante las comunicaciones estableciendo los requisitos Inf-R17 e Inf-R19), permite dos modos de interacción con el usuario, por voz y por teclado al introducir la respuesta (validación requisito Inf-R17). Por teclado se realiza como se acaba de mencionar, y es el propio agente quien realiza la validación de la respuesta introducida conforme lo que se haya escrito en el recuadro. Y por voz, donde el niño diría la respuesta en voz alta, y sería el profesor quien corregiría la

respuesta, y después, si es correcta, pulsaría el botón “sí” para que el agente entienda que la respuesta es correcta, y “no” en caso de que no lo sea (validación requisito Inf-R19).

Por otro lado, toda la comunicación por parte del agente, es decir, lo que va transmitiendo, se muestra como texto en el bocadillo que aparece en la parte inferior de la imagen del agente, puede ser transmitida a los niños por tres modos (validación requisito Inf-R12).

- Si saben leer, que sean los niños directamente quienes la lean.
- Que sea el profesor quien lea a sus alumnos lo que dice el agente.
- Que el docente active la opción de voz del agente, para que sea el propio agente quien se la lea.

Todo ello permite a la parte del alumno de Infantil del agente Dr. Roland, tener la flexibilidad necesaria para cubrir las necesidades del docente y reunir las facetas propias para poder adaptarse a las características de unos niños tan pequeños, acorde a lo que transmitieron los docentes (establecimiento de los requisitos Inf-R11 e Inf-R12). Puede encontrarse la funcionalidad completa, con las posibilidades ofrecidas, en el apartado del algoritmo (los requisitos Inf-R20, Inf-R21 e Inf-R11 validados en el algoritmo, fueron comprobados además en la práctica por los docentes interactuando con el prototipo 9).

Se incluyó también en el botón de opciones la posibilidad de activar o desactivar el audio o el texto escrito (validación requisito Inf-R14).

Las representantes del ámbito educativo, transmiten su entusiasmo con el prototipo resultante y el algoritmo, indicando que cubre sus necesidades y que les gusta, validando de esta manera el prototipo 9 a finales de abril de 2015 que es el que será introducido en las aulas.

#### **4.3.4 Sesiones prácticas**

En el nivel de Infantil el agente Dr. Roland se usó en tres colegios que se describen en el apartado 4.3.5.1 (observación de campo).

#### **4.3.5 Evaluación**

De los dos tipos de evaluación que MEDIE propone para esta fase, en este caso, para la evaluación se ha hecho uso de las técnicas de la IPO y de técnicas relacionadas con el Big Data, aplicando las dos propuestas realizadas en el capítulo 3 en la parte de evaluación haciendo uso de técnicas relacionadas con el Big Data.

##### **4.3.5.1 Técnicas de Interacción Persona-Ordenador**

Dentro de las técnicas de evaluación de la IPO, a las que se hizo mención en el apartado 2.2.4 del capítulo dos, en la Tabla 4.6 se recogen un resumen de las que han sido y no han sido empleadas para la evaluación de los datos obtenidos tras la introducción del agente Dr. Roland en el aula de Infantil y su uso en ella.

Tabla 4.30 Métodos de evaluación de la IPO usados para Infantil

Grupos de métodos	Tipos de métodos	¿Usado?
Métodos de inspección	Evaluación heurística	Sí
	Recorrido cognitivo	Sí
	Inspección de estándares	No
Métodos de indagación	Observación de campo	Sí
	Grupo de discusión dirigido (Focus Group)	No
	Entrevistas	Sí
	Cuestionarios	Sí
	Grabación/Registro del uso	Sí
Métodos de test	Pensando en voz alta (thinking aloud)	No
	Interacción constructiva	Si
	Método del conductor	Sí
	Medida de las prestaciones	Sí

A dicha técnicas se hace referencia a continuación, tanto las usadas como las no usadas.

### **Métodos de Inspección**

#### **Técnica Inspección 1. Heurística**

Se ha llevado a mediante la evaluación de las 10 heurísticas de usabilidad de Nielsen (1995). Las heurísticas fueron revisadas por tres expertos, dos de ellos doctores en informática. Tras la evaluación de las mismas, puede concluirse que el sistema es usable porque, en mayor o menor grado cumple las heurísticas evaluadas. Puede encontrarse la evaluación completa realizada en (HTTP18).

#### **Técnica de inspección 2. Recorrido Cognitivo**

Teniendo en cuenta la información del usuario, se plantea si el niño sería capaz de hacer una tarea paso a paso. Se plantea la tarea de llegar a final de un ejercicio, resolviéndolo correctamente, habiendo podido solicitar y recibir ayuda en el proceso. La resolución se realiza por voz, y una vez que lo resuelve indica que ya no quiere realizar más ejercicios. El recorrido cognitivo completo llevado a cabo, puede encontrarse en HTTP18. De esta manera, un estudiante de Infantil puede ser capaz de realizar el planteamiento inicial, como reflejan los pasos del recorrido realizado y se deja constancia en las figuras que lo demuestran en la práctica.

### **Técnica de inspección 3. Estándares**

Se han revisado estándares y no se han encontrado estándares para la evaluación de un ACP. Esto se puede deber a que las ISO son bastante genéricas y no se especifican para agentes.

### ***Métodos de Indagación***

#### **Técnica Indagación 1. Observación de campo**

Para llevar a cabo la observación de campo se decidió visitar el lugar en el que se realizaron las actividades objeto de estudio y donde están los usuarios representativos, que en el caso que nos ocupa era los niños de Infantil en sus aulas, usando el agente Dr. Roland, interactuado entre ellos para realizar ejercicios de animales y Ciencias de la Naturaleza.

La observación de campo fue llevada por la tutora y la estudiante en prácticas de los estudiantes, y la directora de este trabajo en el aula, durante las sesiones en las que interactuaron los estudiantes con el agente.

Para ello, mientras los estudiantes interactuaban con el agente, se fue prestando atención y tomando nota de cómo interactuaban, su comportamiento individual y los niños, impresiones, comentarios, sus dudas, preguntas, dificultades, etc. de forma detallada.

La descripción detallada de todas las sesiones se presenta a continuación estructurada en experiencias, entendidas cada una de ellas como colegios diferentes en los que fue introducido y usado, y para cada una de ellas, se hará alusión a la muestra, elementos empleados, y las diferentes sesiones realizadas. Para el nivel de Infantil se usó en tres colegios.

Los colegios en el que se usó pertenecen a la Comunidad de Madrid, por temas de privacidad, se ha aconsejado no hacer mención del nombre de los mismos.

### ***Experiencia Inf-1***

En primer lugar, indicar que para hacer referencia a la persona del ámbito educativo que se encontraba en prácticas, y llevó a cabo esta experiencia, se hará como profesora Inf-1.

En lo que respecta a la muestra, cabe destacar, que han sido 24 niños de segundo curso de Educación Infantil, con edades de 4 y 5 años.

En cuanto a los elementos y medios empleados en la realización de la experiencia se ha contado con un aula y pizarra digital. Además, se ha contado con un servidor en funcionamiento continuo en la Universidad Rey Juan Carlos en el que se ha alojado la aplicación (HTTP19). Una batería de ejercicios de Infantil de Ciencias de la Naturaleza usados por el agente (que pueden encontrarse en HTTP18).

Se ha hecho uso de cuestionarios, concretamente cuestionarios de opinión dirigidos a profesores de Educación Infantil (presentes en el Apéndice A.3.1). Puede encontrarse información detallada en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Infantil

(apartado 4.3.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, y en González (2015).

En esta experiencia el área de aplicación ha sido Ciencias de la Naturaleza. Se realizaron en tres sesiones, de 25, 30 y 35 minutos respectivamente, a las que se hace referencia a continuación, descritas con más detalle en González (2015). De ellas, en la primera se usó el agente durante 10 minutos, en la segunda y tercera durante 15 minutos. El tiempo restante se empleó en asambleas en las que se intentaba motivar a los alumnos, se hablaba de la actividad a realizar y se les preguntaba acerca de la experiencia con el agente.

En esta experiencia piloto formó parte la tutora de los niños y una estudiante en prácticas de Educación Infantil realizando su Trabajo fin de Grado, profesoras en la explicación.

La información relativa a los ejercicios realizados puede encontrarse en el apartado 2.3.5, en técnicas de evaluación de la IPO. Concretamente, dentro de los métodos de indagación en el método grabación del uso, y específicamente de los métodos de test, en el de medidas de las prestaciones.

### **Primera sesión**

Tuvo una duración de 25 minutos, destinando 10 al trabajo directo con el agente y los 15 restantes a la motivación, comunicación y presentación de la actividad. Los alumnos se sentaron en la asamblea, mirando todos en dirección a la pizarra digital.

La estudiante en prácticas, inicialmente comprobó si recordaban algo del tema que se disponían a repasar, y realizó un repaso general para situar a los niños. Uno de ellos mencionó “la selva amazónica” (que es el tema del agente), y las profesoras aprovecharon para centrar la conversación en esos conocimientos.

A los niños les costaba recordar, y en ese momento, la profesora Inf-1 les dijo que tenía la solución al problema: Dr. Roland. Les explicaron que era un amigo que era muy listo y les podría ayudar a recordar lo que sabían y que estaba dentro de la pizarra digital.

Tras esto, los niños se mostraron motivados para empezar a repasar. Se accedió al agente, lo que causó asombro en los niños, les gustó mucho por el colorido que tenía. Uno de los alumnos reconoció rápidamente la imagen del agente que era uno de los personajes de “Los Lunnis”, y preguntó que porqué era un Lunnis. Ante la pregunta, las profesoras explicaron que es un personaje que quiere agradar a los niños y por eso es un personaje de una serie Infantil. Los niños proporcionaron muchas ideas.

El agente hizo unas cuantas preguntas a los niños, para ver qué recordaban. Cuando accedieron a la pantalla en la que se formula la primera pregunta, la profesora Inf-1 y la tutora de los niños pidieron un voluntario para que les ayudase a resolverla. Los profesores decidieron que fuese el agente quien “hablase”, pulsando el audio, porque eso motivaría más a los niños, haciéndoles verdaderos partícipes, así como que cada vez que el agente pedía una interacción, como por ejemplo “¿Has entendido lo que tienes que hacer? Pulsa sí para continuar” permitían que fuera el alumno quien lo hiciera. Siguió avanzando en la interacción,



y al llegar a la pantalla donde se elegía entre el teclado y el altavoz, le dijeron al voluntario que le diera al altavoz porque tenían otra sorpresa.

Las profesoras explicaron a los niños que el agente también les escuchaba, indicándoles si la respuesta estaba bien o no. Dejaron que el alumno diera la respuesta a la pregunta y, disimuladamente, las profesoras pulsaron al botón “sí” para que la respuesta fuera la correcta. Pidieron tres voluntarios más y realizaron las preguntas correspondientes, siguiendo el mismo procedimiento. Empleaban el audio para que el agente leyese las preguntas, y las interacciones y todas las respuestas se hicieron en voz alta con el botón del “altavoz”. En todos los casos, preguntaron a los niños, antes de confirmar, si entendían la pregunta, para ello les pedían que dijeran la respuesta o que nos explicasen qué era lo que “nuestro amigo Dr. Roland” nos estaba pidiendo.

Merece la pena destacar un ejemplo en el que uno de los voluntarios, no sabía una de las respuestas: “¿Dónde nace el río Amazonas?”. Al preguntarle si estaba seguro, dijo que no. Entonces a la pregunta “¿Entiendes lo que tienes que hacer?” pulsaron el botón “no” para que el agente les ayudase. Después, pulsaron el botón que tenía la interrogación (ayuda). Entonces, el Dr. Roland les enseñó un vídeo de unas montañas muy altas, con mucha nieve, y un río al fondo. Entre los compañeros se oyeron comentarios de “qué bonito” y “yo ya sé la respuesta”. El alumno que tenía que responder también pareció entender todo mucho mejor después de ver el vídeo, porque en seguida respondió que “el río Amazonas nace en unas montañas que se llaman Los Andes”. El resto de alumnos aplaudieron y los profesores le dimos al botón de “sí” sin que ellos se dieran cuenta.

Después de realizar cuatro preguntas les dijeron que se tenían que despedir ya de su nuevo amigo, pero que pronto le volveríamos a ver.

## **Segunda sesión**

La duración de la segunda sesión fue de 30 minutos, dedicando 15 de trabajo directo con el agente y los 15 restantes se destinaron a la motivación y conversación sobre el agente. Los profesores les dijeron que tenían una sorpresa, contándoles que cuando llegaron a clase había una carta para ellos de Dr. Roland, y se la leyó. Los niños se mostraron muy motivados y emocionados con la carta, y estaban deseando trabajar con el agente. De esta manera, se fueron a la asamblea a sentarse y comenzaron la sesión.

Las profesoras indicaron que el trabajo de la lecto-escritura es muy importante, por lo que decidieron que esa segunda sesión se trabajaría exclusivamente con la respuesta en el teclado. Comenzaron a trabajar con el agente, y para responder a la primera respuesta sacaron a uno de los alumnos que ya sabía leer y escribir, para que sirviera de ejemplo al resto. El agente seguía leyendo en voz alta las preguntas y los niños interactuaban con el agente pulsando todos los botones necesarios. Al llegar a la resolución, pulsaron el botón del teclado y aparecieron todas las letras en la pantalla, muchos niños se quedaron asombrados y empezaron a oírse algunos comentarios: “Hay un montón de letras”, “Sí, porque están todas las del alfabeto para que podamos escribir, ¿a qué sí profe?”, “Claro. Para que vosotros

penséis qué letras tenéis que poner”. “Sí, es como el teclado que hay en la clase de ordenadores”. En este punto, merece la pena destacar una apreciación realizada por la profesora Inf-1, que indicaba que aquí entraron en juego los conocimientos previos de los alumnos, ya que todas las semanas tenían una clase destinada a ordenadores, por lo que todos conocían lo que era un teclado. Pero que al ser tan pequeños, en esa hora de ordenadores se trabaja especialmente el uso del ratón, por lo que aunque sabían qué era un teclado, tenían dudas sobre las teclas que no tenían letras”.

El niño que habían sacado para interactuar con el agente, se fijó que en la pantalla estaba escrito para qué servía cada letra. “Entonces Roland lo tiene que saber. Vamos a preguntarle” propuso una alumna. Le dieron al play que el agente leyera las instrucciones y, efectivamente, Dr. Roland explicó para qué servía cada tecla. Cuando ya lo tenían claro, el compañero escribió la respuesta, pulsando “intro” para comprobarla. Dr. Roland respondió que era correcto y continuaron con otro ejercicio.

Se fueron realizando otros ejercicios con diferentes voluntarios, escogiendo los que no habían participado en ésta o en la sesión anterior. La mayoría de alumnos tenía aún dificultades para escribir solos, por ello, las profesoras decidieron que para escribir la respuesta, lo hicieran entre todos, conversando, preguntando qué letra iba después, y siendo ayudados por ellas cuando era necesario. En esa sesión se hicieron 5 preguntas.

La profesora Inf-1 hizo una reflexión interesante, que pone de manifiesto las características y con ello uno de los retos de trabajar con niños a estas edades. Uno de los objetivos es que los alumnos se muestren interesados el mayor tiempo posible, y no se cansen. Con los niños de esas edades no se puede abusar del tiempo que pasan realizando una tarea, puesto que su atención es mínima y por eso se dispersan con rapidez. Las profesoras consultaron a los niños si les había gustado. La respuesta unánime fue que sí, indicando algunos de ellos que usar Dr. Roland había sido muy divertido. Estaban especialmente motivados los niños que ya sabían leer y escribir porque habían encontrado una actividad que desarrolla aún más su potencial.

### **Tercera sesión**

La última sesión fue de 45 minutos, 15 de trabajo directo con el agente y 30 de motivación y realización de una asamblea para evaluar el agente y la escritura de una carta. Igual que en las sesiones anteriores, comenzaron sentándose en asamblea mirando hacia la pizarra digital para que todos pudieran ver el agente.

Empezaron con los ejercicios, realizaron los 8 de los que disponían. Las condiciones fueron las mismas que en las sesiones anteriores, sacaban voluntarios que aún no habían salido, siendo ellos quienes respondían e interactuaban con el agente usando la pizarra digital. Al resolver, se dejaba libertad al voluntario para saber si quería escribir la respuesta con el teclado o si prefería decirla en voz alta). Esto sirvió también para saber qué les gustaba. Cuando terminaron las preguntas se despidieron de Roland. Las profesoras estaban en todo

momento junto a ellos. A continuación, estuvieron hablando en una asamblea de lo que les había gustado más y decidieron enviar una carta a Dr. Roland, es la siguiente:

“Hola amigo Roland, Queríamos darte las gracias por todo lo que nos has enseñado. Estos días nos lo hemos pasado genial contigo. Esperamos que tú también hayas disfrutado mucho y aprendido cosas con nosotros. Hoy hemos tenido un problema con una de las preguntas, pero al final hemos sabido solucionarlo. Te damos las gracias también por dejarnos enseñarte cosas y convertirnos en profesores durante un ratito. Muchos besos de tus amigos de cuatro añitos y sus profes”. Con ello se puso fin a la realización experiencia Inf-1.

## *Experiencia Inf-2*

En primer lugar, indicar que para hacer referencia a la persona del ámbito educativo que se encontraba en prácticas, y llevó a cabo esta experiencia, se hará como profesora Inf-2.

En lo que respecta a la muestra, cabe destacar, que han sido 25 niños de tres años.

En cuanto a los elementos y medios empleados en la realización de la experiencia se ha contado con un aula y pizarra digital. Además, se ha contado con un servidor en funcionamiento continuo en la Universidad Rey Juan Carlos en el que se ha alojado la aplicación (HTTP19). Una batería de ejercicios de Infantil de Ciencias de la Naturaleza usados por el agente (que pueden encontrarse en HTTP18).

Se ha hecho uso de cuestionarios, concretamente cuestionarios de opinión dirigidos a profesores de Educación Infantil (presentes en el Apéndice A.3.1). Puede encontrarse información detallada en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Infantil (apartado 4.3.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, y en Rodil (2015).

En esta experiencia el área de aplicación ha sido Ciencias de la Naturaleza. Se realizaron en dos sesiones, de 35 y 30 minutos, a las que se hace referencia a continuación, descritas en más detalle en Rodil (2015). Además, se usó un poco de tiempo en asambleas en las que se intentaba motivar a los alumnos, se hablaba de la actividad a realizar y se les preguntaba acerca de la experiencia con el agente.

En esta experiencia piloto formó parte la tutora de los niños y una estudiante en prácticas de Educación Infantil realizando su Trabajo fin de Grado, profesoras en la explicación.

La información relativa a los ejercicios realizados puede encontrarse en el apartado 2.3.5, en técnicas de evaluación de la IPO. Concretamente, dentro de los métodos de indagación en el método grabación del uso, y específicamente de los métodos de test, en el de medidas de las prestaciones.

### **Primera sesión**

La primera sesión fue más larga que la segunda porque las profesoras lo creyeron conveniente ya que los niños tenían que asimilar y familiarizarse con lo que estaban viendo. Además, les

concedieron tiempo para sacar sus propias hipótesis sobre lo que iban a hacer, algo que en palabras de la propia profesora Inf-2 para “potenciar el pensamiento lógico”.

Las primeras impresiones del trabajo con el ACP fueron la captación de la atención de los niños ante el hecho de ver y usar algo que no habían visto antes. Cuando las profesoras abrieron el programa e introdujeron las claves de acceso, los niños mostraron exclamaciones de asombro y emoción. Les resultó muy llamativo y les gustó el fondo tan colorido y vistoso. Mostraron gran interés por los siguientes pasos a dar con el agente. La profesora Inf-2 decidió concederles unos instantes para que reflexionasen acerca de lo siguiente que iban a ver. No obstante, les indica que está relacionado con los animales que vieron. De las ideas que empiezan a oírse en alto en clase, la más repetida es: “Vamos a ver una película”.

Cuando la profesora Inf-2 les dice que no es eso, uno de los niños dice que van a jugar. La profesora Inf-2 explica que se trata de un programa llamado “Dr. Roland” que quiere conocerlos y ser su amigo, que les va a preguntar acerca de los animales. Esto despertó el interés de los niños, volviendo a hablar entre ellos y a exclamar de emoción, les gustaba la idea y se mostraban motivados.

La profesora Inf-2 dejó que observaran la pantalla donde aparece el agente y cuenta las instrucciones, antes de acceder al audio para que pudieran escucharla. A medida que avanza la explicación, va señalando los botones a los que en ella se va haciendo referencia. Los niños se muestran ansiosos por participar en aquella novedosa actividad.

En este punto, una vez más, la profesora Inf-2, pone de manifiesto una de las características de niños tan pequeños, a la que ya se había hecho referencia previamente, y es que muchos de ellos no saben leer ni escribir, y aunque algunos reconocen unas pocas letras, no es suficiente para que puedan usar el teclado táctil. Ante esta situación, las opciones que se plantean y disponibles en el agente es que sean las profesoras quien escriban con el teclado táctil lo que los niños dijeran o que resuelvan el ejercicio por voz y las profesoras corrijan las respuestas. Las profesoras decidieron ir mezclando las dos opciones para que los estudiantes vieran todas las posibilidades que da el agente.

En relación a la formulación de las preguntas, se fue alternando dejando que en ocasiones el sistema hiciera la pregunta, y otras veces las profesoras. Esto último, sobre todo cuando la atención parecía empezar a desaparecer, que en niños tan pequeños es algo muy frecuente y hay que saber cómo recuperarla.

Las profesoras indicaron que los niños no tuvieron problemas en entender y resolver las preguntas. Que el hecho de saber que lo estaban haciendo bien, les animaba a seguir respondiendo, participando y hablando entre ellos para comparar lo que pensaba cada uno. En este punto, la estudiante en prácticas destacó la apreciación de otro de los puntos positivos que tiene el agente, que es que no hay un tiempo mínimo para contestar a las preguntas, lo que hace posible emplear el tiempo necesario para deliberar y preparar lo que van a decir.

Aunque los niños no necesitaron ver los vídeos para responder, se les dejó que los vieran después de responder, ya que a los niños les encanta ver cosas (añadiendo la profesora

Inf-2 que “Cualquier cosa que despierte su ilusión, su curiosidad o su motivación para seguir aprendiendo, es bienvenida”) y los videos eran muy cortos, no más de 15 segundos.

Después de responder todas las preguntas se reunieron en asamblea dónde valoraron el ACP y su experiencia.

### **Segunda sesión**

En esta ocasión las profesoras decidieron que serían los propios niños quienes manejarían el agente. Se les explicó que lo harían en grupos de 5 (que es como están colocados), la idea les animó mucho. Como la pizarra digital se podía bajar a su altura, tocaban la pantalla para interactuar con el agente.

La estudiante en prácticas, con la intención de darle más emoción y poner a prueba la “Teoría del Refuerzo” daba un sello con una cara sonriente por cada pregunta acertada. Esta acción tan simple causó gran motivación en los niños, haciendo incluso que aquellos que no suelen participar, lo hicieran.

En este caso, no hubo posibilidad de usar el teclado al ser ellos quienes interactuaban, por lo que respondían de voz. Se mostraron muy contentos al poder tocar la pantalla para pulsar los demás botones, contando con ayuda y guía de las profesoras. Los niños rápidamente comprendieron cómo funcionaba y dónde debían tocar, y cuando aprendieron esos detalles, todo fue más rápido, limitándose las profesoras a dar por correctas o erróneas sus respuestas, ya que ellos más o menos se manejaban con el sistema.

Cuando respondieron todas sus preguntas, se realizó una asamblea en la alfombra, y se evaluó qué habían hecho, qué habían sentido al realizar la actividad y qué pensaban de ACP, indicando que la primera sesión les había gustado, pero está aún más al tocar e interactuar ellos mismos. A lo que las profesoras añaden que habían disfrutado, y que “Es la manera más rápida y entretenida de aprender y con los niños de esta se edad se ve mucho más fácilmente que en cualquier otro ciclo. A esto hay que añadir que, al trabajar en grupo, podían pensar la respuesta conjuntamente, hablando entre los miembros hasta llegar a una conclusión. De esta manera, se potenciaba también el “trabajo en equipo” y que “todos participaran, se divirtieran y aumentara su interés por usar este tipo de programas en vista a utilizarlos en un futuro”.

### ***Experiencia Inf-3***

En primer lugar, indicar que para hacer referencia a la persona del ámbito educativo que se encontraba en prácticas, y llevó a cabo esta experiencia, se hará como profesora Inf-3.

En lo que respecta a la muestra, cabe destacar, que han sido 23 niños de primer ciclo de Educación Infantil de edades comprendidas entre dos y tres años.

En cuanto a los elementos y medios empleados en la realización de la experiencia se ha contado con un aula y una tableta. Además, se ha contado con un servidor en funcionamiento continuo en la Universidad Rey Juan Carlos en el que se ha alojado la

aplicación (HTTP19). Una batería de ejercicios de Infantil de Ciencias de la Naturaleza usados por el agente (que pueden encontrarse en HTTP18).

Se ha hecho uso de cuestionarios, concretamente cuestionarios de opinión dirigidos a profesores de Educación Infantil (presentes en el Apéndice A.3.2). Puede encontrarse información detallada en la evaluación realizada en la parte de técnicas de la IPO para Infantil (apartado 4.3.5), concretamente en la evaluación de la técnica de indagación por el método de cuestionarios, y en Caballero (2016).

En esta experiencia el área de aplicación ha sido Ciencias de la Naturaleza. Se realizaron en dos sesiones, de 30 y 45 minutos, a las que se hace referencia a continuación, descritas en más detalle en Caballero (2016).

En esta experiencia piloto (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016 b, c) formó parte la tutora de los niños y una estudiante en prácticas de Educación Infantil realizando su Trabajo fin de Grado.

La información relativa a los ejercicios realizados puede encontrarse en el apartado 2.3.5, en técnicas de evaluación de la IPO. Concretamente, dentro de los métodos de indagación en el método grabación del uso, y específicamente de los métodos de test, en el de medidas de las prestaciones.

### **Primera sesión**

La primera sesión tuvo una duración de 30 minutos, se realizó a primera hora de la mañana porque según indicaron las profesoras, es en ese momento cuando están más despejados y atentos, y al no estar cansados pueden centrar su atención mejor y la sesión resulta más fructífera.

La sesión comienza dando la tutora de los niños paso a la profesora Inf-3, que saludó y se presentó personalmente. Seguidamente, los niños se sentaron en semicírculo en las colchonetas que disponen para la asamblea, y de cara hacia la profesora Inf-3 y su tutora (las profesoras en adelante). Empezaron hablando sobre lo que habían hecho en clase en la semana, que coincidía con una excursión que realizaron a la granja escuela y la visita de un pollito durante un día al aula. La profesora Inf-3 había decidido usar este contexto para escoger este día para la sesión y que lo tuvieran reciente. Aprovechó la conversación para saber qué conocimiento tenían de los animales e introducir al agente.

En un primer momento pensó introducir el tema con una marioneta, pero descartó la opción ante la posibilidad de desviar el foco. Finalmente, decidió comenzar indicándoles que había traído a un amigo que sabía mucho acerca de los animales y se encontraba en la tableta, y que les quería contar todo lo que sabía, pero que para que apareciera tenían que cantar canciones de animales.

La estudiante en prácticas introdujo la contraseña y les mostró la pantalla de inicio, ahí se quedaron con la boca abierta, admirando la imagen colorida y alegre del paisaje que tiene como interfaz el agente. Los niños cantaron una canción de animales y apareció la pantalla de

presentación empezando a saludar la mayoría de los alumnos con mucho entusiasmo, otros se quedaron mirando atentos, había logrado captar su atención. La profesora Inf-3 les dijo que Lulilla (que es la imagen del agente) escuchaba todo, y también que podía hablar. Les dijo que la saludaran. Tras el saludo de todos pulsó el botón de audio donde se presentaba. Los niños pusieron cara de felicidad, les gustó mucho y empezaron a repetir “hola”. La profesora Inf-3 dijo: “Chicos, Lulilla nos va a hacer preguntas para ver si nosotros sabemos tanto como el Dr. Roland, ¿qué os parece? ¿Queréis que juguemos a este juego de preguntas?” Todos entusiasmados contestaron que sí.

El agente se utilizó en la forma de audio, ya que ninguno sabía ni leer ni escribir. No obstante, las profesoras enseñaron también que podían hablar de otra forma, que era la forma escrita mediante texto. Pulsaron el botón “SÍ” y apareció la primera pregunta: “¿Las aves que vuelan por el aire tienen...?”. Preguntó si entendían la pregunta, contestaron que sí y la profesora Inf-3 pulsó a “SÍ” para responder. La respuesta la dieron mediante voz de forma grupal, habiendo diferentes respuestas: alas, pico, unos picos en sus manos, deditos y plumas. La corrección al ser oral la realizaron las profesoras, dando por válidas las alas y las plumas.

Siguieron avanzando con otras preguntas, en alguna de ellas, en las respuestas algunos niños empezaron a divagar, poniéndose nerviosos, desviando la atención del tema, por lo que la profesora Inf-3, intentando centrar la situación, les preguntó si querían que Dr. Roland les ayudara a responder esta pregunta. Dijeron que sí y les dijo que entonces tenían que tocar el botón amarillo (ayuda). Nada más comenzar el vídeo abrieron los ojos como platos, y prestaron mucha atención y se mostraron encantados de verlo.

Las profesoras indicaron que fue de gran ayuda que los vídeos de las preguntas duren menos de un minuto, permitiendo que los más pequeños estuvieran atentos y no se distrajesen. Seguidamente, las profesoras volvieron a realizarles la pregunta, y algunos supieron responder. Las profesoras indicaron que el vídeo les facilitó responder de manera correcta.

Siguieron realizando ejercicios, los niños empezaron a solicitar vídeos, ya que el de la pregunta anterior les había encantado. Los niños fueron resolviendo correctamente y con mucha soltura. Las profesoras indicaron que “para ser tan pequeñitos parecían tener muy claro los diferentes tipos de animales, parece que estaban siendo muy receptivos a la temática de animales que tenían entre manos con su tutora, y por su parte, el trabajo de ésta resultaba ser excelente”.

Realizaron un ejercicio mediante texto escrito, ya que las profesoras querían que vieran que el programa tenía más posibilidades, además, todo lo que fuera diciendo novedoso resultaba ser positivo para mantener su atención. Para ello, las profesoras tocaron el botón del teclado y se volvieron a entusiasmar. “¡Números!” comentó una alumna. “¡Que no, que son letras, a que sí!” dijo otro alumno. “Pues mi papá tiene otras en su tele” resaltó uno de los niños. “Son colores” protestó otra niña. “Efectivamente son letras de colores”, contestaron las profesoras, añadiendo lo siguiente: “y sirven para escribir lo que queremos decirle al Dr. Roland, ¿queréis que le escriba nuestra respuesta a ver qué nos contesta?” Y todos

respondieron que sí. Las profesoras escribieron la respuesta: “SALVAJE”, y cuando el agente lo corrigió como correcto se pusieron muy contentos.

En este punto, las profesoras hicieron la siguiente apreciación “El que vean el teclado con todas las letras tan llamativas y alegres, a la vez que grandes y con vistosos colores, les supone un incentivo para querer aprender lo que significa cada una de ellas. Además, aprecian que mediante ellas nos podemos comunicar y decir cosas, al igual que nos pueden transmitir a nosotros otras. Esta toma de contacto con el teclado, les permite asimilar con mayor facilidad, a posteriori, conceptos asociados a la lectoescritura”. Repitieron la misma operación con la última pregunta de manera satisfactoria, y se despidieron, con los agradecimientos de Dr. Roland, recordándoles que se verían pronto.

Las profesoras preguntaron si lo habían pasado bien, a lo que todos contestaron que sí, que querían volver a jugar con Roland.

### **Segunda sesión**

Esta sesión tuvo la duración de 45 minutos. Las profesoras decidieron que fuera más larga porque decidieron que fueran los niños quienes manejaran el programa, indicando que eso les serviría para familiarizarse con él y cogerían destreza en competencia tecnológica.

Empezaron la segunda sesión, sentándose en semicírculo, saludándose y recordando lo que habían visto el día anterior. Todos se acordaron del Dr. Roland y de Lulilla. En esta ocasión las profesoras fueron llamando uno a uno a los niños para pulsar en la tableta los botones que permitían seguir, tocando cada uno el botón que consideraba oportuno si entendía o no la pregunta. Las profesoras indicaron que todos los niños querían tocar y hacer funcionar el agente, que vieron todos los vídeos y alguno hizo algún intento de escribir con el teclado. La sesión se desarrolló prácticamente sin ningún problema, y con la satisfacción de ver que respondían correctamente todas las preguntas, incluso las que fallaron algunos con anterioridad.

Una vez realizadas todas las preguntas y respuestas, se despidieron los alumnos y el agente Dr. Roland, y hablaron acerca del agente, evaluando a su vez si la experiencia había sido positiva o no. Además, la estudiante en prácticas, les animó a seguir utilizando el agente conversacional en sus casas con sus familias, para ello proporcionó usuario y las diferentes claves a la tutora, con el fin de que si había algún padre interesado se las pudiese facilitar.

La estudiante en prácticas felicitó a los alumnos por haber participado de forma tan activa y haber contestado a todas las preguntas, y les dijo que se merecían un sellito. De este modo y siguiendo con la temática de “animales” les fue poniendo a cada uno un “sellito” de la forma del animal que quisieran, escogiéndolo entre una selección que se les mostró.

### **Técnica Indagación 2. Focus Group**

Este método no pudo ser llevado a cabo, en este caso por temas de tiempo, tanto para reunir a un grupo de entre 6 y 9 personas representativas, como organizarlo y realizarlo. Por ello,



tomando en consideración la apreciación de Rodeiro (2001) acerca de que, la elección de unos métodos u otros va a depender de aspectos como los costes y lo que se obtendrá con su uso, siendo en este caso costes de tiempo, se decidió realizar otros métodos de indagación en lugar de éste. No obstante, no se descarta su realización futura.

### **Técnica Indagación 3. Entrevistas**

En Infantil, se tuvo la oportunidad de contar con tiempo para realizar entrevistas tanto a niños como a tutores. La información obtenida, para cada una de las experiencias (Inf-1, Inf-2 e Inf-3) a las que se ha hecho referencia en el apartado 4.3.4, son las que a continuación se presentan.

De la experiencia Inf-1, es importante destacar la reflexión realizada por la estudiante en prácticas y la tutora, que indicaron que “es importante que académicamente el agente esté adaptado a los niños, por supuesto, pero es imprescindible que les guste. En muchas ocasiones se tiene en cuenta únicamente la idea de los profesores olvidando que los verdaderos destinatarios son los alumnos. Un agente puede estar perfectamente adecuado al nivel de los niños y tener una buena opinión teórica por parte del profesor, pero si no les gusta a los niños el resultado no será el esperado”

De ahí la importancia de preguntar a los alumnos, que son quienes lo van a usar y es importante que se motiven para seguir aprendiendo. Por lo que cobra especial relevancia toda la parte de obtención de la opinión de los alumnos, que en este caso se ha realizado mediante asamblea.

De esta manera, respecto a los niños, cuando acabaron las sesiones, tuvo lugar una asamblea en la que se les hizo preguntas como “¿os ha gustado?”, “¿qué es lo que más os ha gustado?” y “¿hay algo que no os haya gustado nada?”.

Todos los niños indicaron que les había gustado mucho trabajar con el agente y que había sido muy divertido, y estaban contentos. Siendo los vídeos y que el agente hablara con ellos lo que más les gustó. Además, los compañeros que tenían más adquirida la lecto-escritura dijeron que les había encantado escribir en el teclado.

En relación a la pregunta de qué era lo que menos les había gustado, no dijeron nada relacionado con el funcionamiento del agente, sus quejas iban más enfocadas a que querían ver más videos o salir más veces de voluntario para resolver las preguntas.

Otro aspecto destacable, es que surgieron pequeñas mejoras o ideas, como la música indicando un niño que “no tenía música de encender”. Según indicaron las profesoras, otros programas con los que se trabaja en clase incluyen una música cuando se enciende, una melodía breve y pegadiza que los niños asocian con el programa. Además, salió el tema de la cara del agente conversacional, los niños dijeron otras imágenes que les gustaban, estando entre los más repetidos los siguientes: Elsa y Olaf (de Frozen) y Spiderman.

En cuanto a la opinión transmitida por la estudiante en prácticas que llevó a cabo la experiencia Inf-1 destacó que “no se aprecia la verdadera aplicación de una herramienta hasta que no se usa”, indican que “a priori, el uso de agentes puede parecer una herramienta más,

un mero recordatorio de lo que ya se ha explicado en clase, pero no es así. Se trata de una forma dinámica de presentar los contenidos y de motivar a los alumnos. En los últimos años lo más normal es ver a un niño jugando con un móvil y manejándolo casi mejor que los propios padres. Si a esas edades tan tempranas son ya conscientes del verdadero nivel tecnológico que existe en nuestra sociedad, la escuela debería ser partícipe de ello. Las tecnologías pueden resultar peligrosas para los niños tan pequeños por lo que es maravilloso poder enseñar en las aulas proyectos y herramientas que ellos pueden usar sin problemas. El trabajo con un agente conversacional en la Educación Infantil supone enseñarles, tanto a niños como a padres, una herramienta con la que pueden trabajar sin miedo a encontrar un contenido inapropiado. El desarrollo de las sesiones prácticas del agente Dr. Roland en el aula ha sido muy interesante. Los niños estaban entusiasmados con la idea y los profesores satisfechos por comprobar los conocimientos que habían adquirido los alumnos. La mayoría de los niños se mantuvieron más atentos que cuando se realiza una explicación normal. Además, permite una gran participación activa ya que son los propios alumnos quienes tienen que interactuar con el agente. Por otra parte, es un programa que no disminuye la acción del profesor. Aunque los conocimientos se presentan a través del agente, el profesor también puede incluir conocimientos y solucionar los problemas que aparezcan con un poco de ingenio. El agente no deja de ser un programa informático, un duro trabajo de programación, que no quita protagonismo al profesor sino que le apoya en la preciosa tarea de enseñar a esas pequeñas mentes que se convierten en mayores día a día. Respecto al propio agente, es la primera vez que se lleva a cabo en Educación Infantil y es cierto que hay algunos aspectos que se pueden mejorar pero ha sido un trabajo realmente bueno. Éste es solo el punto de partida para seguir trabajando y desarrollando aplicaciones para los más pequeños. El agente responde a los criterios pedagógicos de la edad en la que se encuentran. Presenta colorido y un entorno cálido que invita a participar a los alumnos. La interfaz es sencilla de utilizar y en todo momento se dan explicaciones. Un aspecto que en clase resultó verdaderamente útil fue incluir vídeos. Al finalizar una respuesta se puede enseñar un vídeo, reforzando los contenidos aprendidos y además enseñándolos de forma visual para ayudar a su retención”.

De la experiencia Inf-2, es importante destacar una apreciación realizada por la estudiante en prácticas: “han sido ellos los que han usado el agente por primera vez, su opinión es importante y pueden aportar ideas interesantes... suele olvidarse de la opinión de lo más pequeños, pero su imaginación no tiene límites y eso se puede aprovechar”.

Las preguntas realizadas a los niños en las asambleas para comprobar el éxito del agente, fueron las siguientes: ¿Os ha gustado la experiencia? 2. ¿Os habéis divertido? 3. ¿Queréis volver a usarlo? 4. ¿Os gustaría usarlo en casa? 5. ¿Qué es lo que más os ha gustado? 6. ¿Qué es lo que menos os ha gustado? 7. ¿Cómo lo cambiaríais?

La respuesta a las 4 primeras preguntas fue un sí rotundo, lo que pone de manifiesto el éxito de la experiencia entre ellos. La estudiante en prácticas señala que les gustó, emocionó, divirtió y aumentó su interés. En relación a las tres últimas, las respuestas fueron diversas, un resumen de las mismas se presenta a continuación.

Sobre lo que más les había gustado, los vídeos son la opción ganadora, a lo que la estudiante en prácticas añade que “El material visual es muy importante para ellos y, aunque no sean vídeos largos, es de las cosas con las que más disfrutan, así que fue un acierto incluirlos en el agente”.

Otro de los aspectos que gozó de mayor atractivo para ellos fue que el programa les hablara y les explicara lo que tenían que hacer paso a paso. Con ello, les daba la sensación de que realmente había alguien con ellos, ayudándoles a resolver los ejercicios. Por último, el hecho de poder tocar la pizarra digital para usar el sistema también les gustó por la cantidad de posibilidades que esto representa para ellos.

En cuanto a la cuestión de aquello que no les gustó y cómo lo cambiarían, indicaron la imagen estática de Lulilla, puesto que les hubiera gustado que se moviera e hiciera gestos con la cara y el cuerpo. Además, el tono de voz usado porque les parecía muy serio, comentando uno de ellos los siguientes “ojalá tuviera la voz de Peppa Pig”.

Por último, mencionar la opinión de la estudiante en prácticas respecto a la experiencia Inf-2 llevada a cabo, manifestando que su “propia evaluación del proceso se basa en la observación a lo largo de esas dos sesiones de prueba con los alumnos. Lo fui apuntando durante el desarrollo, pero, en general, ha sido una experiencia fantástica que ha tenido una acogida increíble por parte de los 25 niños que participaron. Algunos tardaron más que otros en animarse a responder o a usar el agente durante el segundo día, pero al final todos ellos participaron de una u otra manera, haciendo que se afianzaran en ellos los conocimientos aprendidos, casi sin darnos cuenta. Y considero que las pequeñas recompensas que van adquiriendo con cada acierto, tienen mucho que ver en este nivel de participación y motivación.

Sí es cierto que había algunos detalles del Agente Conversacional que no estaba hecho para ellos, como la existencia del teclado, pero un poco más adelante se podría usar para comenzar a ver las letras del abecedario, de forma que se vayan familiarizando con ellas. Al igual que ellos, me gustaría añadir que la idea de que el agente tenga cuerpo y cara que se muevan, sería una gran mejora para el futuro, pues ver una cara alegre es mucho más motivador de lo que creemos. Sin embargo, para ser el primer agente destinado a este ciclo, creo que está muy logrado y que ha servido a su propósito con este trabajo”.

Por último, de la experiencia Inf-3, se les preguntó a los niños acerca del agente Dr. Roland: ¿Os ha gustado el agente Dr. Roland?, ¿Qué es lo que más os ha gustado?, ¿Qué es lo que menos os ha gustado?, ¿Qué os gustaría que tuviese o hiciese?, ¿Lo vais a usar en casa?, ¿Qué me decís a cerca de las imágenes que habéis visto en él?, ¿Y de los vídeos?

La respuesta a la primera pregunta de los niños fue unánime, indicando que les había gustado mucho el agente Dr. Roland y se lo habían pasado muy bien jugando con él. De sus respuestas se puede extraer que aquello que más les gustó fue que el agente los hablara y sus vídeos. Y lo que menos la imagen de Lulilla, indicando que hubieran preferido otros, mencionando personajes que actualmente están más acostumbrados a ver y salen

frecuentemente en la televisión, como Dora, Bob Esponja, Pepa Pig, Las Tortugas Ninja, Spiderman...

En relación a la pregunta sobre lo que les hubiese gustado que el agente tuviera o hiciera, las respuestas más destacadas fueron que tuviese canciones. Las profesoras indican que “quizá lo comentaron al haber introducido las sesiones cantando, y esperaban que el agente respondiese de la misma forma, ofreciéndoles diversas canciones. O quizás porque para el público al que va dirigido el agente, las canciones son recursos que funcionan muy bien y son buenas como estrategia empleada para su aprendizaje. Siendo una cosa u otra estoy de acuerdo en que sería buena idea introducirlas”.

Además, la mayoría indicó que sí iban a utilizar el agente en casa, de hecho uno pidió a la estudiante en prácticas que por favor que se lo diera para su casa. A lo que ésta respondió que si querían usarlo, dejaría a la profesora algunas claves para que se las diese a sus padres y de esta manera ellos podrían ponérselo en sus casas.

Los alumnos manifestaron que les habían gustado mucho las imágenes y los vídeos, y que querían más. Según indicaron las profesoras, “les entusiasmaron, sobre todo los vídeos”. Ante esto, la estudiante en prácticas indicó que “quizá sería una buena opción incluir más preguntas acerca de más animales con sus correspondientes fotos y vídeos”. En cuanto a su opinión de la experiencia: “en general la experiencia fue muy satisfactoria y a todos les encantó el agente conversacional Dr. Roland, bien sea por la novedad, o por la curiosidad y motivación e interés que despierta en ellos la utilización de éste. Por lo tanto podemos decir que el agente conversacional sí puede utilizarse con alumnos del primer ciclo de Educación Infantil de dos y tres años, y que puede servir como ayuda para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Conocimiento del Medio, ya que todos disfrutaron mucho utilizándolo y para ellos aprender divirtiéndose resulta esencial”.

Por último, en relación a la valoración de la tutora de la experiencia Inf-3, según indicó la profesora Inf-3 “quedó encantada al igual que los alumnos con el agente conversacional. La tutora, ante la falta de recursos materiales, para que los alumnos pudiesen utilizar herramientas tecnológicas, llevaba una tableta a clase en la que les ponía dibujos, canciones o alguna actividad. Además, echaba en falta dispositivos digitales como PDI (pizarras digitales interactivas) en las aulas, así como ordenadores o tabletas para cada alumno, puesto que supone herramientas muy provechosas que facilitan su trabajo como docente y a la vez motiva a los alumnos en su aprendizaje. El agente conversacional le pareció una herramienta ideal para incluir en su metodología de enseñanza, y además le encantó ver la motivación e interés que despertó en sus alumnos, que hizo que se mostraran más atentos de lo habitual”.

La tutora aportó, aparte de las ideas de los alumnos, otras como “que el teclado tuviese sonidos que representasen los fonemas de cada grafía, y los sonidos los reprodujera el agente” indicando que así podrían aprender el sonido que se asocia a cada letra, puesto que los niños todavía no saben leer ni escribir. De esta manera el agente sirve “para aprender conocimientos referentes en este caso a Conocimiento del Medio, y también con la rutina de mostrarles respuestas en texto escrito, con sus correspondientes sonidos al pulsar cada una de

las letras, acaban por asociar el sonido a su grafía, y en muchos casos serían capaces de reconocer las letras e iniciar el proceso de lectoescritura de forma temprana sin dificultad alguna”. Ante esta apreciación la profesora Inf-3 añade que le “pareció una idea excelente, además así pueden sacar provecho al único botón (el del teclado) que en un principio parecía menos adecuado usar en éste primer ciclo de Educación Infantil”.

**Tabla 4.36 Evaluación – Docentes de Infantil**

<b>Preguntas</b>	<b>Preguntas/Respuestas</b>	<b>Respuestas en Experiencia Inf-1 e Inf-2</b>	<b>Respuestas en Experiencia Inf-3</b>
<b>Ha realizado un curso on-line, y en caso de haberlo realizado, ha salido satisfecho de la experiencia</b>	<b>Sí, lo he hecho y me gustó</b>	35%	NA
	<b>Sí, lo he hecho pero no me gustó</b>	20%	NA
	<b>Nunca ha hecho ninguno, pero le gustaría cursar uno</b>	35%	NA
	<b>Nunca ha hecho ninguno, y no le interesa hacerlo</b>	10%	NA
<b>Valoración media (siendo 0 la mínima y 10 la máxima) de la importancia que se da a que el programa</b>	<b>Sea simpático</b>	9,05	8.9
	<b>Haga gestos con la cara</b>	8,55	7,52
	<b>Haga gestos con el cuerpo</b>	8,25	6.71
	<b>Dé consejos</b>	8,15	7,62
	<b>Hable en voz alta</b>	8,35	8
	<b>Anime a los alumnos a seguir estudiando</b>	9,2	8,52
	<b>Diga dónde se han equivocado</b>	9,1	8,29
	<b>Tenga forma de ser humano</b>	6,5	5,57
	<b>Te recordase tus opciones previas</b>	NA	8,19

De todo ello, podría decirse que los niños estuvieron entretenidos y motivados con el agente, y por sus respuestas, el agente, esta forma de aprender y la experiencia en general les gustó. En cuanto a las respuestas y opiniones de las estudiantes en prácticas y las tutoras, puede extraerse una opinión favorable hacia la experiencia llevada a cabo.

#### **Técnica de Indagación 4. Cuestionarios**

En este apartado se recoge la evaluación de dos tipos de cuestionarios realizados, ambos dirigidos a profesores de Infantil. El primero de ellos, en el marco de las Experiencias Inf-1 e Inf-2 de Infantil. Y el segundo cuestionario en el marco de la Experiencia Inf-3 de Infantil. A las tres experiencias (Inf-1, Inf-2 e Inf-3) se ha hecho referencia en el apartado 4.3.4.

El cuestionario realizado en el marco de las **experiencias Inf-1 e Inf-2**, puede encontrarse el Apéndice A.3.1 y más información en Rodil (2015), González (2015) y HTTP18. Mientras que el empleado en el marco de la **experiencia Inf-3**, puede encontrarse en el A.3.2 y más información en Caballero (2016) y HTTP18.

En este apartado se presenta un análisis conjunto de los resultados de ambos cuestionarios, ya que muchas de las preguntas son comunes, mostrando igualmente los resultados de aquellas que no coinciden.

Para realizar este análisis se contó *con 41 docentes de Infantil*, de ellos 21 son de la experiencia Inf-3. Los resultados de los cuestionarios se describen a continuación (algunos de ellos se recogen en la Tabla 4.36). En la tabla donde aparece NA significa que no aplica. Esto es debido a que se realizaron dos cuestionarios diferentes. El primero de ellos, en el marco de las experiencias Inf-1 y Inf-2, y el segundo en la experiencia Inf-3. Sirva destacar que aunque existen ligeras diferencias en algunas preguntas, comparten la gran mayoría de ellas.

El porcentaje mayoritario eran *mujeres*, con un 75% (Inf-1 e Inf-2) y un 90,5%(Inf-3). Respecto a la *edad media*, el perfil del docente es bastante joven, situándose en Primaria se sitúa en torno a 35 años.

En cuanto a sus *gustos por los ordenadores*, a todos les gustan, el porcentaje mayoritario con un 85% (Inf-1 e Inf-2) y 61,9% (Inf-3) dijeron que si. Y el resto que un poco.

En cuanto a su *acceso a la tecnología en casa*, el 100% *tiene ordenador* y casi el 100% también *tiene acceso a internet* con un 100% (Inf-1 e Inf-2) y 95,2%(Inf-3). Todos tienen correo electrónico.

A un porcentaje de profesores (en torno al 50%, Inf-1 e Inf-2), se pregunta *si saben lo que es un agente conversacional*, indicando el 60% de ellos que no lo sabían. Del resto de profesores no se tienen datos, porque no se les hizo esa cuestión. A los profesores de la experiencia Inf-3 no se les realizó esta pregunta.

A la mitad de los profesores (Inf-1 e Inf-2) se les pregunta *si usan el ordenador para buscar a diario información que pueda ayudarles para impartir clases*, a lo que el 60% responde que sí, un 35% que a veces, y solo un 5% que no. Mientras que a los profesores restantes (Inf-3) se les pregunta *si usan Internet para documentarte y buscar nuevos recursos para llevar al aula*, siendo sus respuestas, que no hay nadie que no lo use (57,1% respondieron que lo usan a diario, y 42,9% que a veces).

En relación al *uso del ordenador*, se preguntó a la mitad de los de los docentes (Experiencia Inf-3) *si lo usaban para trabajar*, a lo que respondieron que el 66,7% respondió

únicamente que sí, un 28,6% respondieron que sí, añadiendo que en clase y el casa, y un 4,8% que no.

Se pregunta también acerca de *la realización de algún curso on-line y la experiencia tenida en caso de haberlo realizado* a la mitad de los docentes de Infantil. Un poco más de la mitad (55%) ha realizado alguno, indicando el 35% que les gustó y el 20% restante que no les gustó. Aquellas personas que nunca habían realizado ninguno, un 10% indica que no les interesa hacer ninguno y un 35% que si que les gustaría hacerlo (Tabla 4.36).

La encuesta recoge la opinión sobre *si creen que este tipo de herramientas motivaría a los alumnos a estudiar*. Respondiendo mayoritariamente que sí (90% en Inf-1 e Inf-2 y 95,24% en Inf-3). El porcentaje restante afirman que no lo saben o no lo tienen muy claro.

Se pregunta acerca de *cuál creen que debe ser el comportamiento del programa si el estudiante no está atento*. En 65% de los docentes de la encuesta de las experiencias Inf-1 e Inf-2 responde que preguntar de nuevo, un 25% poner voz y cara triste y un 10% cambiar de pregunta. Mientras que los docentes de Inf-3, un 14,29% no hacer nada y uno 85,71% llamar la atención del niño con animación.

A 20 de los profesores de Infantil (Inf-1 e Inf-2) *se les pregunta si usarían el programa para preparar las clases*, un 95% indica que sí, el resto que no. En el cuestionario Inf-3 no se realizó esta cuestión.

La encuesta incluye además *valoraciones*, siendo 0 la mínima y 10 la máxima sobre la importancia que se le daría *a que el agente incluya diferentes aspectos*, siendo su valoración media la siguiente (Tabla 4.36):

- El aspecto de que sea simpático en Infantil es el más valorado, con un 9,05 y un 8.9.
- Que haga gestos con la cara, en Infantil la media es más alta (8,55 y 7,52).
- Haga gestos con el cuerpo, las valoraciones son menores que la importancia de los gestos con la cara (8,25 y 6.71).
- Dé consejos, la media es bastante alta (8,15 y 7,62).
- Hable en voz alta (8,35 y 8).
- El hecho de animar a los alumnos a seguir estudiando es alta (9,2 y 8,52).
- En aspecto de indicar al estudiante dónde se han equivocado es de los más altos (9,1 y 8,29)
- El hecho de que tenga forma de ser humano es el menos relevante de todos en ambas áreas (6,5 y 5,57)
- Te recordase tus opciones previas, este dato sólo se tiene para la mitad de los profesores, siendo su valoración de 8,19.

Así, puede concluirse que los docentes conceden mayor importancia a que el agente sea simpático, indique a los estudiantes dónde se han equivocado y los anime a seguir estudiando. Y han concedido menos importancia a que el agente tenga apariencia humana.

**Tabla 4.37 Evaluación - Grabación del Uso en Infantil: medidas globales**

Medidas	Infantil
Número de colegios (experiencias)	3
Número sesiones totales	7
Número de sesiones medias por colegio	2,33
Número de ejercicios totales hechos	49
Número de ejercicios medios hechos por colegio	16,33
Tiempo total de uso (minutos)	180
Tiempo medio de uso por colegio (minutos)	60
Tiempo medio total de ejercicios	3,67
Tiempo medio de ejercicios por colegio	3,67

Por último, se le realiza una serie de preguntas en las que el docente además puede añadir sus impresiones. En primer lugar se les pregunta si en caso de que los alumnos pudieran usar este programa de forma individual en la hora de informática, *en caso de que no entienden algo de lo que está explicando, ¿qué te gustaría que hiciera el programa?*, las opciones más destacadas tienen que ver con la repetición de la explicación, haciéndolo de una manera diferente, siendo la respuesta que más se repite la posibilidad de una explicación complementada con algún ejemplo, lo cual sería verdaderamente útil para que los alumnos entendieran de verdad lo que se les está explicando.

En relación al *número de veces que les gustaría usar el programa en casa*, las opciones más repetidas son dos veces, seguidas de una y tres veces. Sobre si les gustaría que los estudiantes pudiesen usarlo en casa y/o en clase, la mayoría indicaron que en ambos.

Por último sobre *si consideran que el uso del programa les puede ser útil*, la respuesta mayoritaria por, encima de un 80% fue que sí.

#### **Técnica Indagación 5. Logging o grabación de uso**

En este apartado se va a hacer alusión a la grabación del uso registrado por el agente Dr. Roland.

El agente en su parte de Infantil fue usado en tres colegios (tres experiencias Inf-1, Inf-2 e Inf-3), con tres sesiones, en el primero y dos en cada uno de los restantes. La Tabla 4.12 recoge una serie de medidas globales del uso, en cuanto a tiempos, sesiones y ejercicios realizados. El tiempo total de uso ha sido de 180 minutos, con una media de 60 por colegio y de 3,67 por ejercicio. El número total de ejercicios hechos es de 49.



**Tabla 4.38 Evaluación - Grabación del Uso en Infantil: medidas por experiencia**

Medidas	Experiencia Inf-1 (3 sesiones)	Experiencia Inf-2 (2 sesiones)	Experiencia Inf-3 (2 sesiones)
Edad de los niños	4 y 5	3	2 y 3
Edad media de los niños	4,5	3	2,5
Número de sesiones	3	2	1
Número de niños que lo han usado	24	25	23

**Tabla 4.39 Evaluación - Grabación del Uso en Infantil: medidas por sesión**

Medidas	Experiencia Inf-1: sesión 1	Experiencia Inf-1: sesión 2	Experiencia Inf-1: sesión 3	Experiencia Inf-2: sesión 1	Experiencia Inf-2: sesión 2	Experiencia Inf-3: sesión 1	Experiencia Inf-3: sesión 2
Modo de introducir respuesta (test con selección, voz, texto)	Voz	Texto y voz	Texto y voz	Texto y voz	Texto y voz	Texto y voz	Texto y voz
Comunicación por audio del agente/sólo texto (lee el niño o profesor)	Audio	Audio	Audio	Ambas	Ambas	Ambas	Ambas
Modo de uso (todos a la vez, grupos, parejas, individual)	Todos a la vez	Todos a la vez	Todos a la vez	Todos a la vez	Grupos de 5	Todos a la vez	Todos a la vez

La Tabla 4.38 recoge una serie de medidas del uso, por experiencia, correspondiendo cada experiencia a cada uno de los colegios en los que ha sido puesto en práctica. Tres colegios en este caso. Recoge las edades de los niños entre 2 y 5 años, y el número de sesiones (7) y niños que lo han usado, siendo un total de 72 niños.

La Tabla 4.39 recoge una serie de medidas del uso, por sesiones de cada una de las experiencias (Inf-1, Inf-2 e Inf-3), entendiéndose como experiencia aquello que se mencionó

previamente, y como sesión cada uno de los días en los que se ha puesto en práctica el agente. Tres experiencias (Inf-1, Inf-2 e Inf-3), con tres sesiones, la primera (Inf-1) y dos en cada uno de las restantes (Inf-2 e Inf-3). Recoge los modos de comunicación entre el usuario y el agente, cómo se introducen las respuestas. Así como si el agente se ha usado de forma individual por cada niño, en parejas, grupos o toda la clase lo ha usado al mismo tiempo, es decir, todos los estudiantes visualizaban el agente habiendo una única interacción. Los modos de uso han sido globales, la comunicación con el agente ha sido de voz y por texto, al igual que el modo de introducir respuesta.

## ***Métodos de Test***

### **Técnica Test 1. Thinking Aloud o pensando en voz alta**

Este método no se pudo llevar a cabo puesto que pedir a los usuarios, en este caso niños tan pequeños, que expresen libremente en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones mientras que interaccionan con él y sobre el diseño y la funcionalidad del sistema, se hace un poco complejo.

El motivo es que todos los niños están atentos al agente, y aunque sea un niño el que interactúa cada vez, todos iban respondiendo en cada pregunta. Son muchos niños realizándolo al mismo tiempo, y la posibilidad de que solo uno de ellos o un número reducido lo realizase y el resto no, era limitado, ya que es difícil que niños tan pequeños permanezcan en silencio mientras otro compañero lo hace, sin que el resto se distraigan.

Resultaba complejo que todos lo realizasen a la vez porque se hubiera formado demasiado ruido como para poder extraer información útil, en una clase es difícil, además, no es aconsejable dejar a un niño hablando solo.

Además, los niños aunque durante las experiencias son muy expresivos y mostraban a menudo su pensamiento. Es especialmente complejo a esas edades y estando sus compañeros presentes, que lo hagan y sobre todo que ellos realicen una interacción completa solos, expresando todos sus sentimientos sin que se distraigan. Por lo que ante esta situación, se decidió no llevarlo a cabo.

### **Técnica Test 2. Interacción Constructiva.**

La información para la realización de este método, se ha recogido de todos los comentarios, impresiones y opiniones que los niños intercambiaban entre ellos durante el uso del agente.

Inicialmente, los niños estaban expectantes y motivados por la nueva forma de trabajar que les habían explicado y cuando arrancó la aplicación, quedaron asombrados. La situación fue similar durante la interacción, realizando comentarios como: “qué bonito”. O al mostrar aparecer el teclado: “Hay un montón de letras”, “Sí, porque están todas las del

alfabeto para que podamos escribir, ¿a qué sí profe?”, “Claro. Para que vosotros penséis qué letras tenéis que poner”. “Sí, es como el teclado que hay en la clase de ordenadores”.

Cuando respondían bien, realizaban comentarios que mostraban mucho entusiasmo, del estilo “qué bien, hemos acertado”, “está bien”.

Por último, al despedirse del agente, mostraban su intención de querer seguir trabajando con el agente, y ante la pregunta directa que se les hacía al respecto, respondían, casi al unísono que “sí”.

### **Técnica Test 3. Método del Conductor**

Este método se ha llevado a cabo en cada una de las experiencias prácticas de uso del agente en el aula a las que se ha hecho referencia en el apartado 4.3.4 de sesiones prácticas. Ya que al ser niños tan pequeños, estos han sido guiados y conducidos en la realización de algunos ejercicios, especialmente en las primeras sesiones en las que los niños todavía no estaban familiarizados con el agente.

### **Técnica Test 4. Medida de las Prestaciones**

En este apartado se va a hacer alusión a las medidas de las prestaciones del uso del agente Dr. Roland.

La Tabla 4.40 recoge una serie de medidas por experiencia (Inf-1, Inf-2 e Inf-3), correspondiendo cada experiencia a cada uno de los colegios en los que ha sido puesto en práctica. Tres colegios en este caso (Inf-1, Inf-2 e Inf-3). Recoge números de ejercicios realizados (17, 16 y 16 respectivamente), respondidos correctamente (15, 14 y 10), tiempos de uso total en cada colegio (40, 65 y 75 minutos), tiempos medios de uso por sesión en cada colegio (20; 32,5; 37,5 minutos), tiempos medios de ejercicios y una serie de porcentajes como el de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia (88,23%; 81,25%; 62,5%). Indicar que en las dos primeras se usó pizarra digital y en la última una tableta.

Se recoge una serie de medidas por sesiones de cada una de las experiencias en la Tabla B.6 (por razones de espacio la tabla con datos relativos a las sesiones se encuentra en el Apéndice B.3.2), entendiendo como experiencia aquello que se mencionó previamente, y como sesión cada uno de los días en los que se ha puesto en práctica el agente. Tres experiencias (Inf-1, Inf-2 e Inf-3), con tres sesiones, la primera (Inf-1) y dos en cada una de las restantes (Inf-2 e Inf-3). Recoge los ejercicios realizados, tiempos de uso, dificultades en la interacción, porcentajes de ejercicios resueltos de voz o por teclado, uso de reintentos en los ejercicios, uso de la ayuda, ejercicios respondidos correctamente o entendimiento de los ejercicios.

**Tabla 4.40 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Infantil: medidas por experiencia**

<b>Medidas</b>	<b>Experiencia Inf-1 (3 sesiones)</b>	<b>Experiencia Inf-2 (2 sesiones)</b>	<b>Experiencia Inf-3 (2 sesiones)</b>
<b>Número Ejercicios totales hechos en cada experiencia</b>	17	16	16
<b>Número Ejercicios medios hechos en cada experiencia por sesión</b>	5,66	8	8
<b>Tiempo total de uso por experiencia (minutos)</b>	40	65	75
<b>Tiempo medio de uso por experiencia por sesión (minutos)</b>	20	32,5	37,5
<b>Dispositivo usado</b>	Pizarra digital	Pizarra digital	tableta
<b>Número Ejercicios respondidos correctamente por experiencia</b>	15	14	10
<b>Número de Ejercicios respondidos correctamente por experiencia por sesión</b>	5	7	5
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia</b>	88,23%	81,25%	62,5%
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos por experiencia por sesión</b>	88,34%	87,5%	62,5%
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia(minutos)</b>	2,35	4,06	4,68
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por experiencia por sesión(minutos)</b>	3,53	3,25	3,69

Cabe destacar que se ha hecho uso de la ayuda en todos los ejercicios, ya que aunque entendiesen lo que les pedía el ejercicio y supiesen resolverlo, siempre veían los videos por que les gustaba.

En cuanto al uso del reintento, se ha hecho uso de ello en todos los casos en los que se falló al resolver bien la primera vez. Es decir, se ha considerado que no han sido respondidos correctamente aquellos ejercicios que en una misma realización de los mismos, no se han resuelto bien a la primera, y es en estos casos en los que se ha hecho uso de reintento. En este sentido añadir, que se ha hecho así, porque dadas las características de niños tan pequeños, es importante para mantener su atención elementos o situaciones que la capten, y el refuerzo

positivo es uno de ellos para que no se frustren. Por lo que cuando resolvían incorrectamente la primera vez, el resto de niños o la profesora ayudaban para que finalmente resolvieran bien el ejercicio, por lo que finalmente todos se resolvían correctamente. Y es por ello, que se ha considerado ejercicios que no han sido resueltos correctamente, aquellos que no se resolvieron a la primera en una misma realización de los mismos.

En relación al porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos, fueron para la experiencia Inf-1 en cada una de sus tres sesiones del 75%, 80% y 100%, para la experiencia Inf-2 en cada una de sus dos sesiones del 75% y 87,5, para la experiencia Inf-3 en cada una de sus dos sesiones del 50% y 75%, respectivamente. Se puede apreciar una mejoría en el porcentaje en toda ellas. El tiempo medio de uso por ejercicio por sesión (minutos) contrastando la situación inicial y final para cada experiencia, también se redujo en los dos primeros colegios, por el otro se mantiene constante, lo que puede indicar una mejora en la destreza en el uso o incluso en el aprendizaje, teniendo que hacer menos reintentos por ejemplo, siendo para Inf-1 (2,5; 3 y 1,875), para Inf-2 de (5,83 y 4,286).

Se hizo uso de la ayuda en los ejercicios, lo que tiene sentido también ante la demanda de los niños de querer verlo porque les gustaban. Los vídeos e imágenes fue de las cosas que manifestaron que más les gustaron. En cuanto al porcentaje de ejercicios resueltos de voz en Inf-1 (100%, 60% y 37,5%), en Inf-2 (62,5% y 50%) y en Inf-3 (75% y 50%) respectivamente, mientras que para el porcentaje restante fueron resueltos por teclado. A la vista de estos resultados, puede apreciarse que se ha hecho un uso mayoritario de resolución por voz, lo que tiene sentido, dadas las características de ser niños tan pequeños, que saben ni leer ni escribir.

El algoritmo **RUANLP para la parte de Infantil**, presentado en el apartado 4.3.2, guía la interacción y el diálogo entre los estudiantes y el Agente Dr. Roland. Dicho algoritmo ha sido puesto en práctica y usado en el aula para trabajar el área de los animales y Ciencias de la Naturaleza, siendo capaz de guiar la interacción entre los estudiantes y el agente.

#### 4.3.5.2 Técnicas de Big Data

En este apartado se realiza un análisis de los datos del ACP Dr. Roland aplicado a Educación Infantil (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a). Concretamente, el agente para el nivel de Infantil se ha usado en las experiencias Inf-1, Inf-2 e Inf-3, que fueron explicadas en el apartado 4.3.4, donde se hace referencia al contexto y datos de uso. Se han seguido las propuestas realizadas en la fase de evaluación de MEDIE del capítulo 3, **KDDIAE** (aplicación del KDD, Knowledge Discovery in Databases, a los datos de la Interacción entre Agentes conversacionales pedagógicos y Estudiantes, Figura 3.3) y **BIDAE** (uso de Big Data para la obtención de Información de Agentes conversacionales pedagógicos y Estudiantes, Figura 3.4).

Para realizar el análisis, se podría haber hecho uso de diferentes tecnologías, en este caso se ha empleado Weka (HTTP25) ya que es un software que tiene licencia GPL (Licencia Pública General), contiene una extensa colección de técnicas para pre-procesamiento y modelado de datos, así como herramientas necesarias para realizar transformaciones sobre los datos, tareas de clasificación, regresión, clustering, asociación y visualización. Permite ubicar

patrones de comportamiento de la información a procesar, siendo de gran ayuda en la toma de decisiones. Proporciona interfaces para la comunicación con el usuario, permitiendo también realizar tareas complejas y es portable. Con todo ello, cubre las necesidades que se tenían para realizar el análisis.

En primer lugar, se aplica **KDDIAE** (Figura 3.3), a los datos de la Interacción entre el agente Dr. Roland y los niños de Educación Infantil (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a). El proceso es el siguiente (la representación gráfica puede apreciarse en la Figura 4.30):

1. *Comprensión del dominio de aplicación, el conocimiento previo relevante e identificación del objetivo del proceso.* En este punto, desde el primer momento se contó con la experiencia y se involucró en todo el proceso, tanto de desarrollo como de la parte experimental, a personas relacionadas con las áreas de aplicación (Educación Infantil) y con el agente (informática y pedagogía). Además, aportaron su experiencia, análisis e interpretación tras poner en práctica el agente Dr. Roland.



**Figura 4.30** Aplicación de KDDIAE a datos de la interacción entre Dr. Roland y los niños de Educación Infantil

2. *Selección del conjunto de datos, identificación de variables objetivo y de independientes.* De todos los datos presentes en la Base de Datos, recogidos durante la interacción de los alumnos con el agente, se ha seleccionado un conjunto de datos y las variables. El conjunto de datos son los relacionados con las respuestas de los alumnos, la interacción y los caminos seguidos durante la misma. Variables objetivo son influencia de la ayuda prestada en la comprensión y resultados, caminos seguidos con mejores resultados, tiempos medios, motivación, concentración e impacto del algoritmo en la comprensión y resolución. Variables independientes: ejercicios, preguntas, tipos de preguntas, modos de interacción y resolución, ayuda prestada, estructuras clave para la comprensión y características de la interfaz.
3. *Limpieza de datos y pre-procesamiento.* Se han eliminado todos los valores incorrectos, como respuestas sin sentido, tiempos excesivamente cortos para considerarse tiempo de respuesta de niños tan pequeños en cualquier proceso de la interacción, ejercicios comenzados en los que no había ninguna acción, etc.
4. *Reducción y proyección de los datos.* Se ha trabajado sobre los datos para intentar localizar características más significativas para representar los datos, y se han realizado transformaciones para ello. Una vez realizado el proceso, los datos resultantes, y por tanto las características y variables sobre las que se va a centra el análisis son: la duración del ejercicio, el número de acciones de agente con el usuario durante interacción con un ejercicio, tiempo medio entre acciones, tipo de interacción (voz o teclado), la recepción de ayuda, comprensión inicial del ejercicio, si se ha finalizado el ejercicio, si se ha hecho algún intento de resolución del ejercicio, si se ha resuelto el ejercicio correctamente, número de veces de intento de resolución, si una vez proporcionada la ayuda el usuario comprende el ejercicio, número de veces que se ha intentado el ejercicio, si una vez finalizado el ejercicio continua trabajando con el agente, si el usuario ha recibido la explicación de la resolución del ejercicio, si el usuario ha visualizado la respuesta correcta del ejercicio. Todos los tiempos son medidos en segundos. Puede verse el nombre exacto de cada una de las variables y su explicación en la Tabla B.7, presente en el Apéndice B.3.3.
5. *Establecer una sintonía en los objetivos del proceso KDD (paso 1) con un particular método de data-mining.* Para este proceso de análisis, se ha decidido emplear algoritmos de agrupamiento o clustering, con el objetivo de intentar identificar grupos de instancias que tengan características similares conforme a criterios de comparación entre valores de atributos de las instancias que estarán definidos en los algoritmos. Concretamente, se van a emplear los algoritmos de Esperanza-Maximización (EM) (Dempster et al. 1977) y el de clustering jerárquico Cobweb (Fisher, 1987).

El objetivo que quiere obtenerse es realizar un análisis de la información capturada por agente, para saber si se está capturando la información que se pretende, si esa es o no significativa, qué otra información quiere seguir potenciándose o qué información deseable no se está capturando y sería interesante capturar, para, teniendo en cuenta las características del agente, identificar qué cambios y cómo tendrían que realizarse en el agente en la siguiente fase del proceso de desarrollo iterativo e incremental.

6. *Análisis explicativo y selección de hipótesis y modelo.* Con el algoritmo EM se pretende encontrar estimadores de máxima verosimilitud de parámetros en modelos probabilísticos, que dependan de variables no observables. Este algoritmo alterna pasos de esperanza (E) en los que se calcula la esperanza de verosimilitud (incluyendo variables latentes como si fueran observables) y un paso de maximización (M) en el que se calculan estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros (maximizando la verosimilitud esperada de E). Los parámetros que están en M son usados para comenzar el siguiente paso E, así el proceso se repite.

El algoritmo Cobweb utiliza aprendizaje incremental realizando las agrupaciones instancia a instancia y durante su ejecución se crea un árbol de clasificación donde las hojas representan los segmentos y el nodo raíz engloba todos los datos de entrada.

7. *Data mining.* La aplicación del **algoritmo EM** sobre los datos haciendo uso de Weka ha dado los resultados que pueden verse en las Figura B.1 y Figura B.2, presentes en el Apéndice B.3.3. De ello puede extraerse que el grupo uno es el mayor concentrando el 78% de la información (a los grupos de instancias de los algoritmos de agrupamiento se ha hecho referencia en el paso 5). En los atributos que son numéricos, la información proporcionada se centra en el promedio y la desviación estándar. Así, por ejemplo, se puede apreciar una variabilidad importante en la duración de los ejercicios de ambos grupos, así como una gran dispersión dentro de cada uno. En cuanto al número de intentos de resolver el ejercicio, hay bastante homogeneidad en ambos grupos, situándose en una cifra cerca a 1, existiendo una dispersión relativamente pequeña en cada grupo. En relación al número de acciones del agente con el usuario, si hay diferencias entre los grupos, duplicando el grupo 0 (cifra mayor de no comprensión inicial) al 1 (comprendía inicialmente más), siendo además la desviación bastante más grande.

Cabe destacar también en cuanto al tipo de interacción, el predominio de la voz en ambos grupos, de lo que puede extraerse que la caracterización de la población se desarrolla por voz (lo que tiene sentido puesto que al ser niños tan pequeños muchos aún no saben escribir bien). Se aprecia además la diferencia en la comprensión inicial, en la que el grupo uno comprende mayoritariamente al inicio mientras que el grupo cero no lo hace, lo que además, se relaciona con recepción de



ayuda, ya que el grupo cero tiene un valor más alto de recepción de ayuda, mientras que el grupo 1 no ha recibido ayuda. En cuanto a la comprensión tras la ayuda, en el grupo 0 tiene un valor relativamente más alto, lo que tiene sentido puesto que inicialmente no comprendía, y una vez recibida la ayuda correspondiente, le supone una mejora en la comprensión.

La aplicación del **algoritmo Cobweb** sobre los datos haciendo uso de Weka ha dado los resultados que pueden verse en la Figura B.3 (presentes en el Apéndice B.3.3) que es el algoritmo y un árbol. Inicialmente el árbol es un único nodo-raíz. Después se va actualizando en cada paso a medida que se van añadiendo las instancias una a una en el mejor sitio encontrado (en ocasiones se reestructura todo el árbol). Para determinar dónde y cómo se va a actualizar el árbol se usa la medida utilidad de categoría, que valora la calidad general de una partición de instancias en un segmento. La reestructuración que mayor utilidad de categoría proporciona es la adoptada en ese paso. Cabe destacar también la sensibilidad del algoritmo a los parámetros: acuity (representa la medida de error de un nodo con una sola instancia, estableciendo la varianza mínima de un atributo) y cut-off (usado para evitar el crecimiento desmesurado del número de segmentos, y representa el grado de mejoría que se debe producir en la utilidad de categoría para que la instancia sea tenida en cuenta individualmente). Cada clúster se considera un modelo que puede describirse intrínsecamente, y no es necesario proporcionar número exacto de clusters deseados, ya que encuentra el número óptimo en base a los parámetros mencionados. Se ha usado la implementación del algoritmo existente en Weka, con los parámetros por defecto a los atributos indicados en los pasos previos, siendo el resultado el mostrado en la Figura B.3.

8. *Interpretación de patrones.* La interpretación de los patrones se ha realizado en el paso previo junto con la aplicación de los algoritmos, por lo que lo dicho en cuanto a interpretación en el paso 7, se extrapola a este paso 8.

Además, a la luz de los resultados, se considera que la información proporcionada es suficiente para el objetivo inicialmente planteado, por lo que no es necesario retroceder a pasos anteriores.

9. *Actuar sobre el conocimiento descubierto.* Con la información que del modelo puede obtenerse, se realizará un análisis detallado de las variables sobre qué relaciones quieren mantenerse y/o potenciarse, qué cambios se pueden hacer en las que no guardan relación y se quiere que la haya, o qué nuevas variables, información o relaciones quieren obtenerse.

Con ello, teniendo en cuenta las características del agente, se analizará e identificará qué cambios y cómo se tendrían que realizar en el agente en la siguiente fase del proceso de desarrollo iterativo e incremental.

En segundo lugar, se aplica **BIDAE** (Figura 3.4), a los datos del agente Dr. Roland y los niños de Educación Infantil (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a). El proceso es el siguiente (la representación gráfica puede apreciarse en la Figura 4.31):

1. *Identificación de la tipología del agente conversacional de que se trata, con el objetivo de determinar qué técnicas pueden ser mejores para los resultados que quieren obtenerse.* Haciendo uso de la taxonomía según el rol que tenga el agente conversacional pedagógico, Dr. Roland tiene rol de profesor, puesto que intenta que los estudiantes aprendan, les enseña.
2. *Establecer qué tipo de salida quiere obtenerse, para seleccionar el grupo de algoritmos que mejor se adapte.* Se va a emplear el tipo de algoritmos que se agrupan teniendo en cuenta la salida de los mismos (Flach, 2012), a los que se hizo referencia en el apartado 2.1.6. El grupo de algoritmos seleccionados será por refuerzo, ya que el agente conversacional pedagógico usa las respuestas y reacciones de los alumnos en cada interacción, para producir la siguiente respuesta, y además adaptarse a las acciones, reacciones, necesidades y respuestas de los alumnos, para ofrecerles cada respuesta adecuada en la interacción.

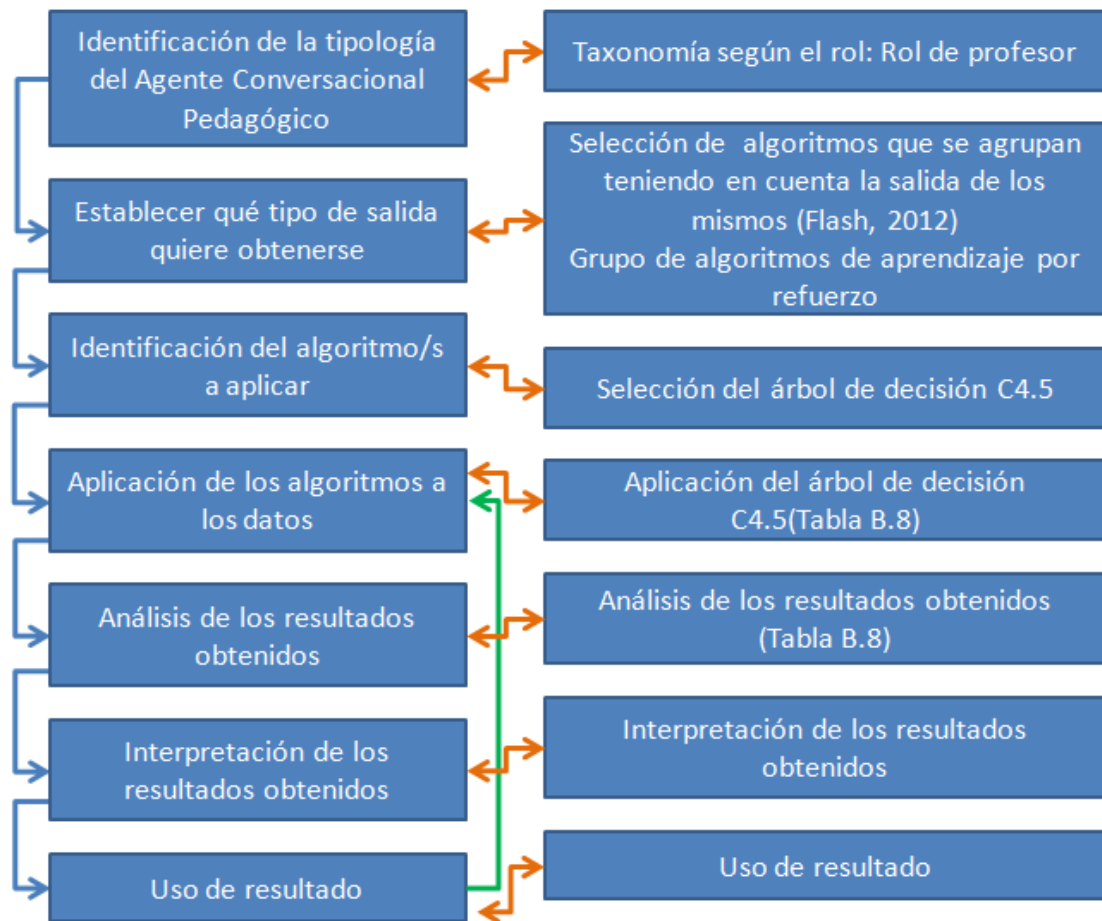
Una vez que en la fase previa se aplicaron algoritmos de agrupamiento o clustering, se va a aplicar la clasificación como un refinamiento en el análisis.

3. *Identificación del algoritmo o algoritmos a aplicar, pertenecientes al grupo de algoritmos identificado en la fase previa.* La evaluación se puede realizar de diversas formas: use training set (sobre el mismo conjunto sobre el que se construye el modelo predictivo para determinar el error), supplied test set (sobre un conjunto independiente), cross-validation (con validación cruzada) o percentage split (se dividen los datos en dos grupos, de acuerdo con el porcentaje indicado).

En este caso se usará el modo cross-validation, dividiéndose las instancias en tantas carpetas como indica el parámetro folds (10) y en cada evaluación se cogen los datos de cada carpeta como datos de test, el resto son de entrenamiento. Los errores calculados son el promedio de todas las ejecuciones. De los algoritmos posibles, se va a aplicar el árbol de decisión de tipo C4.5 – J48 (Quinlan, 1993) para predecir atributos.

4. *Aplicación de los algoritmos a los datos de que se disponen, en función del algoritmo de que se trate, se aplicará el procedimiento correspondiente para su aplicación.* Los resultados de la aplicación del árbol de decisión C4.5 a cada uno de los atributos son los presentados en la Tabla B.8 que se encuentra en el Apéndice Tabla B.8. Para las siguientes variables no se devuelven resultados: duración del ejercicio (duration-ejercicio), número de acciones de agente con el usuario durante interacción con un ejercicio (numero-acciones-usuario-agente), tiempo medio entre acciones (tiempo-

medio-entre-acciones), número de veces que realiza el ejercicio (numero-repetición-ejercicio) e intentos de resolución del ejercicio (intentos-resolución).



**Figura 4.31** Aplicación de BIDA E a datos de Dr. Roland y los niños de Educación Infantil

5. *Análisis de los resultados obtenidos.* En relación al análisis de los datos obtenidos (presentados en la Tabla B.8), en lo que respecta a las matrices de confusión, los valores de la diagonal son los aciertos y el resto errores. De esta manera, del porcentaje del número total, se sabe para cada valor, cuántos fueron clasificados bien y cuántos con error. En cuanto a las relaciones, su resultado e interpretación, pueden verse en su columna correspondiente, así por ejemplo de aquellos que no comprendían inicialmente, excepto un caso de error, una vez recibida la ayuda, todos comprendían después (comprensión-después-ayuda = yes: no (11.0/1.0)), por lo tanto, no habiendo ninguno que una vez que haya recibido la ayuda no comprenda (comprensión-después-ayuda = no: yes (0.0)) y para aquellos que comprendían inicialmente, la pregunta de comprensión después de ayuda no aplicaba (comprensión-después-ayuda = na: yes (25.0/2.0)).

Los resultados, la interpretación y objetivo va en línea con lo que se comentaba en el proceso anterior (paso 8 y 9 de KDDIAE). Por lo que, los siguientes pasos a seguir para la incorporación de todo ello en el agente, serían los siguientes.

6. *Interpretación de los resultados.* En relación a la interpretación de los resultados y a las acciones a realizar en función de ello, por un lado, para aquellos resultados esperados, se seguirá trabajando en cómo seguir potenciado y usando esa información, retroalimentando al agente. En cuanto a los datos incorrectos e insuficientes, los pasos a dar van a ser: analizar de nuevo qué datos se necesitan para obtener el resultado que se pretende, identificar los datos a capturar, analizar qué modificaciones hay que hacer en el agente conversacional para capturar esos datos, modificar el agente para corregir la captura de los datos erróneos y/o capturar los nuevos que sean necesarios.
7. *Uso de resultado.* En cuanto al uso de los resultados, los siguientes pasos a dar, serán los ya comentados: analizar qué conocimiento adicional o nuevo se quiere incluir; identificar qué datos se necesitan para ello; analizar el agente y sus características para identificar qué modificaciones se le podrían hacer para adaptarlo al objetivo que se pretende; realizar las modificaciones en el agente y repetir la fase experimental para la recogida de datos.

## 4.4 Adaptaciones realizadas entre niveles

En este apartado se van a explicar las adaptaciones realizadas para la interfaz y el algoritmo de los tres niveles: Secundaria, Primaria e Infantil, conforme a las características de los niños de cada uno de ellos. Algunas de las cuales han sido recogidas en la Tabla 3.1 del apartado de adaptaciones del capítulo tres, que intenta recoger generalidades de los tres niveles que se abarcan en base a los criterios que en ella se expone. Dichas generalidades, como ya se hizo mención en el último apartado del capítulo 3, han sido validadas por una Doctora en Educación con experiencia en Educación Infantil y Primaria, y profesora en los Grados de Educación Infantil y Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos con la que se colabora como asesora pedagógica, se trata de la misma persona a la que se hizo referencia en el capítulo 3.

### 4.4.1 Adaptaciones de la interfaz

En este apartado se van a explicar las adaptaciones realizadas para la interfaz de los tres niveles: Secundaria, Primaria e Infantil. Se toma como referencia la Tabla 3.2 del apartado de adaptaciones del capítulo tres, que contiene características de la interfaz para cada nivel, para una serie de criterios, igualmente validados por la experta a la que se ha hecho mención.

La Tabla 4.41 recoge un resumen de las características concretas de las interfaces de Dr. Roland de cada nivel para cada uno de los criterios recogidos en la Tabla 3.2. Seguidamente, se realiza una explicación de cada uno de los criterios para cada nivel, así como de la adaptación realizada entre niveles y el motivo de ello.

**Tabla 4.41 Características Interfaces de Dr. Roland para Secundaria, Infantil y Primaria**

	<b>Secundaria</b>	<b>Primaria</b>	<b>Infantil</b>
<b>Color</b>	Desapercibido	Desapercibido	Muy llamativo
<b>Elementos predominantes</b>	Texto	Texto Botones de selección para la respuesta al ejercicio	Elementos multimedia: vídeo, imágenes Botones de selección Elemento para ajustar la voz del agente
<b>Modo de interacción principal</b>	Texto	Texto, Pulsación de teclas	Pulsación de teclas Texto (En función del desarrollo de la lecto-escritura) Voz Docente como intermediario
<b>Introducción de respuesta al ejercicio</b>	Texto	Pulsación de teclas	Voz Pulsación de teclas Texto (según el caso) Validación del profesor (el resultado se introduce con pulsación de tecla que indica correcto/incorrecto)
<b>Forma de insertar texto</b>	Teclado Selección de opciones (lista desplegable)	Teclado Selección de opciones (lista desplegable) Pulsación de teclas	Teclado táctil interactivo (aparece en el propio agente) Teclado del dispositivo
<b>Ayuda prestada</b>	En forma de texto	En forma de texto	En forma de imágenes y video
<b>Aparición de la respuesta correcta al ejercicio</b>	Escrita	Escrita. Se complementa con botones en color (verde la opción correcta y rojo las incorrectas)	Elementos multimedia: video e imágenes

<b>Imagen del agente</b>	Imagen estática. Trata de no distraer y motivar	Imagen estática. Trata de no distraer y motivar. Está relacionada directamente con el área de aplicación (baloncesto)	Imagen estática. Personaje Infantil lúdico para los niños (Lullada de los lunnies)
<b>Enunciado del ejercicio</b>	Escrito	Escrito	Escrito (para poder ser usado leído por la profesora o por los niños si saben leer), por voz, y complementado con una imagen

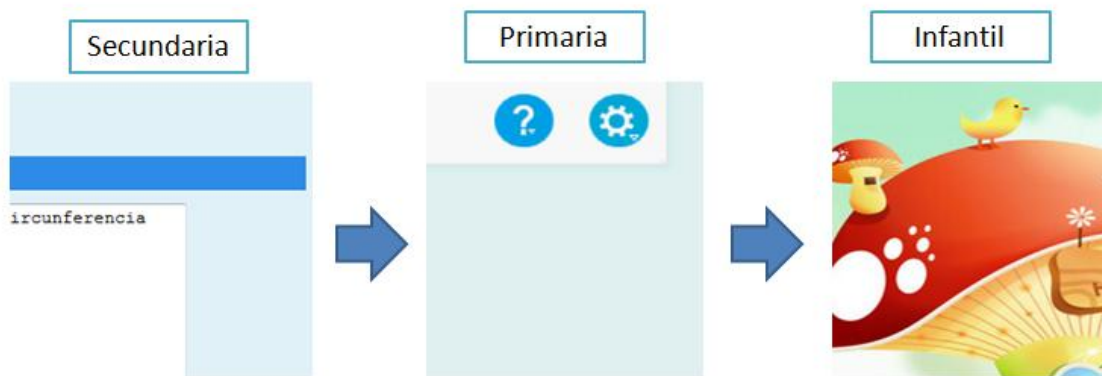


Figura 4.32 Adaptación Interfaz entre niveles – Color

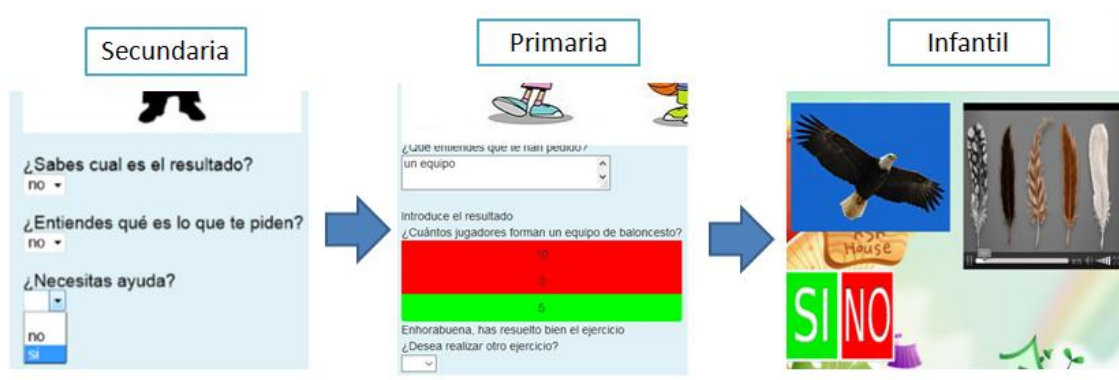


Figura 4.33 Adaptación Interfaz entre niveles - Elementos predominantes

Los niños en **Secundaria**, tienen muy desarrollada la competencia tecnología, estando habituados a usarla, prácticamente, a diario. Con el agente Dr. Roland, se ha intentado que los estudiantes se centren en el ejercicio, en la mejora de la comprensión y con ello en la

resolución, y aprendan conforme a los objetivos planteados por los docentes, distrayéndose lo mínimo posible, sin perder el foco del ejercicio, evitando elementos o características que los distraigan.

En **Primaria** la situación varía ligeramente, porque aunque el rango de edades de este ciclo es bastante amplio, abarcando desde primero de Primaria (6-7 años) hasta sexto de Primaria (11-12 años), las diferencias son notables en función del curso, en función de las características de los niños, variando en mayor medida la adaptación a realizar cuanto más pequeños son. Sin embargo, los estudiantes a quienes iba dirigido Dr. Roland en este caso eran del último curso de Primaria (11-12 años), muy cercanos en edad y por lo tanto a las características de los de Secundaria, por ello igualmente se ha tratado de que se centren en el ejercicio, y en aprender las respuestas, evitando elementos o características que los distraigan.

Mientras que en **Infantil**, los niños al ser tan pequeños, se distraen con facilidad, su competencia tecnológica está más limitada y es necesario captar su atención e intentar mantenerla. Por ello, en este caso el enfoque es diferente, con el agente Dr. Roland que iba dirigido a niños desde 2 a 5 años, se han incorporado elementos y características que capten su atención, intentando conseguirlo y que a su vez aprendan de una forma entretenida y amigable.

En relación al **color**, como puede apreciarse en la imagen Figura 4.32, en la interfaz de Infantil se usa un color azul con una tonalidad clara, para que no distraiga la atención de los niños y se centren en los ejercicios. Mientras que en la de Primaria es prácticamente similar, en el caso de estudio es así porque se usó con niños de último curso de Primaria (11-12 años), que tienen una edad similar a los de Secundaria, por lo que se decidió mantener la tonalidad. Mientras que en Infantil, se han usado colores muy llamativos y otros elementos como un arcoíris de colores, o una seta para captar su atención e intentar mantenerla.

En relación a los **elementos predominantes en la interfaz**, además de la imagen, presente en todos los niveles aunque con diferente dibujo, cómo se hará referencia más adelante. Para Secundaria, puede comprobarse en la Figura 4.33 que el elemento predominante es el texto, estando presente el enunciado del ejercicio y la zona de interacción, caracterizados por su simplicidad y limitados a mostrar texto.

Para Primaria, por la condición a la que se ha hecho referencia previamente de cercanía en edad, la interfaz es bastante similar, predominando igualmente el texto en sus diferentes elementos. Sin embargo, en este caso se ha incorporado en la zona de interacción una modificación que es la selección de respuesta tipo test por medio de teclas que serán pulsadas. Esto otorga a la interfaz un atractivo mayor y más llamativo, a la vez que hace más fácil la interacción al introducir respuestas (Figura 4.33).

En Infantil, sin embargo, los elementos cambian notablemente, predominando los elementos multimedia en forma de imágenes y videos. Además, se incorporan, para facilitar la interacción, teclas de gran tamaño muy coloridas, el elemento que permite activar la voz del agente así como un área en forma de bocadillo en la que está presente lo que va diciendo el agente (Figura 4.33).



Figura 4.34 Adaptación Interfaz entre niveles - Modo interacción

En cuanto al **modo de interacción**, para Secundaria, puede comprobarse en la Figura 4.34 que se realiza por texto, que puede ser escrito directamente en los recuadros habilitados a tal efecto, o seleccionado del que se proporciona en listas desplegables de texto.

Para Primaria, el modo de interacción es similar, siendo igualmente por texto, que puede ser escrito directamente en los recuadros habilitados a tal efecto, o seleccionado del que se proporciona en listas desplegables de texto. Sin embargo, se diferencia en el modo de introducción de la respuesta, que se realizará en modo test, pulsando el usuario un botón, de los que se le habilitan para ello (Figura 4.34).

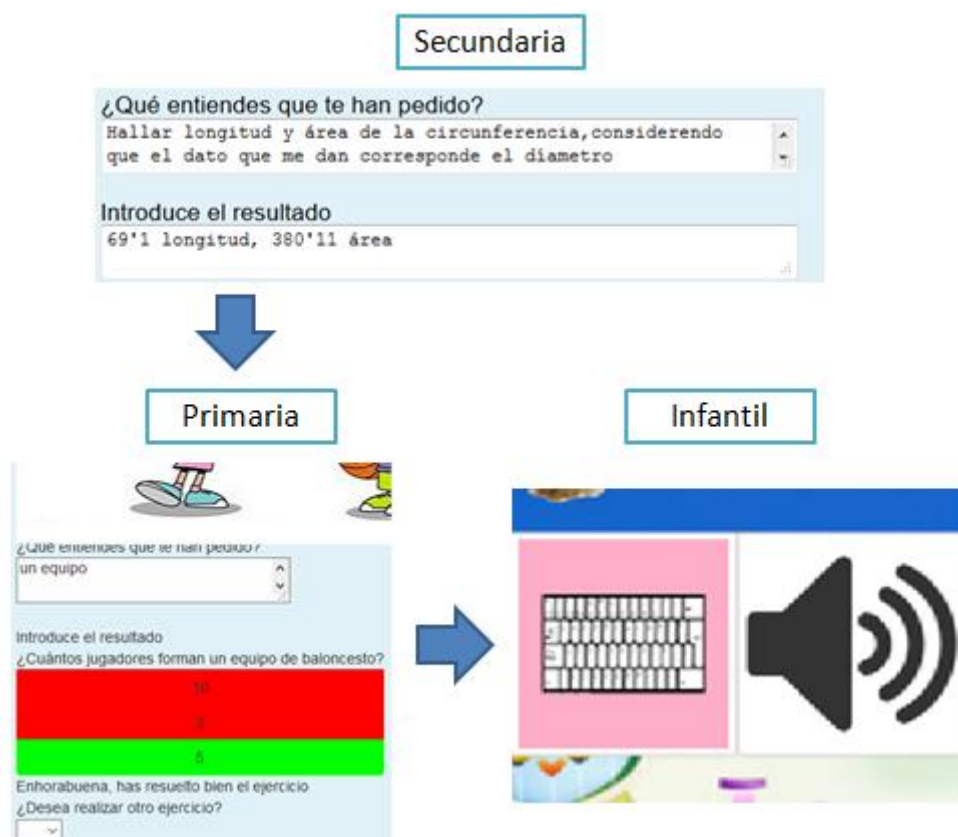


Figura 4.35 Adaptación Interfaz entre niveles - Introducción respuestas al ejercicio



En Infantil, el modo de interacción es muy diferente, se realiza mediante la pulsación de botones que se habilitan para ello, en función del caso que corresponda. Además, para introducir respuestas, se puede hacer de voz o por teclado, en cualquier caso, al agente se le proporciona la respuesta con la pulsación de la tecla. Mientras que el agente, para interactuar con el niño, lo puede hacer mediante texto que proporciona en un área en forma de bocadillo de comic destinada a tal efecto, mediante voz si se activa la opción para ello, o puede ser el profesor quien se comuniquen con los niños en nombre del agente (este último caso estaría incluido en la interacción del agente por texto, ya que el docente leería lo que ha escrito el agente (Figura 4.34).

En relación a la **introducción de respuestas al ejercicio**, para Secundaria puede comprobarse en la Figura 4.35 que se realiza por texto en el espacio habilitado a tal efecto. Para Primaria, se realiza por medio de teclas de selección, que se habilitan para ello, conteniendo las posibles respuestas al ejercicio, de entre las que el usuario tendrá que seleccionar, simulando el modo “test”.



Figura 4.36 Adaptación Interfaz entre niveles - Introducir texto

Para Infantil la introducción de respuestas es bastante diferente. Puede ser por teclado o por voz. Para resolver por teclado, se deberá indicar primero al agente que se quiere hacer uso de este modo, para lo que se pulsará el botón rosa que tiene un teclado, que puede verse

en la Figura 4.35, a continuación el agente mostrará al niño un teclado en la propia interfaz que podrá usar para responder. Además, en el recuadro en el que se irá escribiendo las teclas que el niño va pulsando, también se puede escribir directamente desde el teclado del dispositivo.

Para **resolver por voz**, se tendrá que seleccionar esta opción de igual modo que el explicado para teclado, pero pulsando la opción de voz. En este caso, es necesario contar con la presencia de una figura que valide la respuesta del usuario, normalmente será el profesor. De tal manera, que el niño responderá por voz y si el docente o el niño introducirá la respuesta al agente pulsando las teclas de sí (si es correcta) o no (incorrecta). Este modo, a pesar de requerir de una figura que valide, otorga la flexibilidad necesaria para aquellos niños que no saben leer y/o escribir, que sea el profesor el que pueda comprobar la respuesta, así como cubrir todo el abanico de preguntas abiertas o cuya respuesta puede ser más o menos extensa.

Para todo este tipo de preguntas, el agente habilita únicamente la opción de resolución por voz (Figura 4.35).

La **introducción de texto** en el agente, puede realizarse de diferentes formas, como se aprecia en la imagen Figura 4.36, y como ya se ha mencionado previamente. Para Secundaria, el estudiante puede escribir directamente en el espacio habilitado a tal efecto y por selección de las opciones que aparecen en la lista desplegable. Para Primaria, se puede de las mismas formas indicadas para Secundaria y por medio de teclas de selección para el caso de las respuestas al ejercicio (como ya se ha mencionado previamente) que se traducen en texto para el agente.

Para Infantil el texto puede realizarse por teclado, con el que aparece en Figura 4.36, donde las letras pulsadas irán apareciendo en el recuadro habilitado para ello, y en ese mismo recuadro puede escribir directamente desde el teclado del dispositivo.

La **ayuda** que se muestra al usuario, para Primaria y Secundaria, como puede apreciarse en la imagen Figura 4.37 es en forma de texto, esto es así, como se comentó al inicio de este apartado, porque en Secundaria, y en Infantil, al ser los niños de último curso, tienen edad que les permite comprenderlo, de tal forma que la ayuda se centre en el contenido, evitando elementos que puedan distraer. Mientras que la situación para Infantil, es muy diferente, la ayuda es en forma de imágenes y texto, con ello se busca captar y mantener su atención, y transmitirles información, en este caso la ayuda al ejercicio de una forma entendible para ellos, a la vez que entretenida, y que eso pueda serles de ayuda para resolver el ejercicio (Figura 4.37).



Figura 4.37 Adaptación Interfaz entre niveles - Ayuda prestada

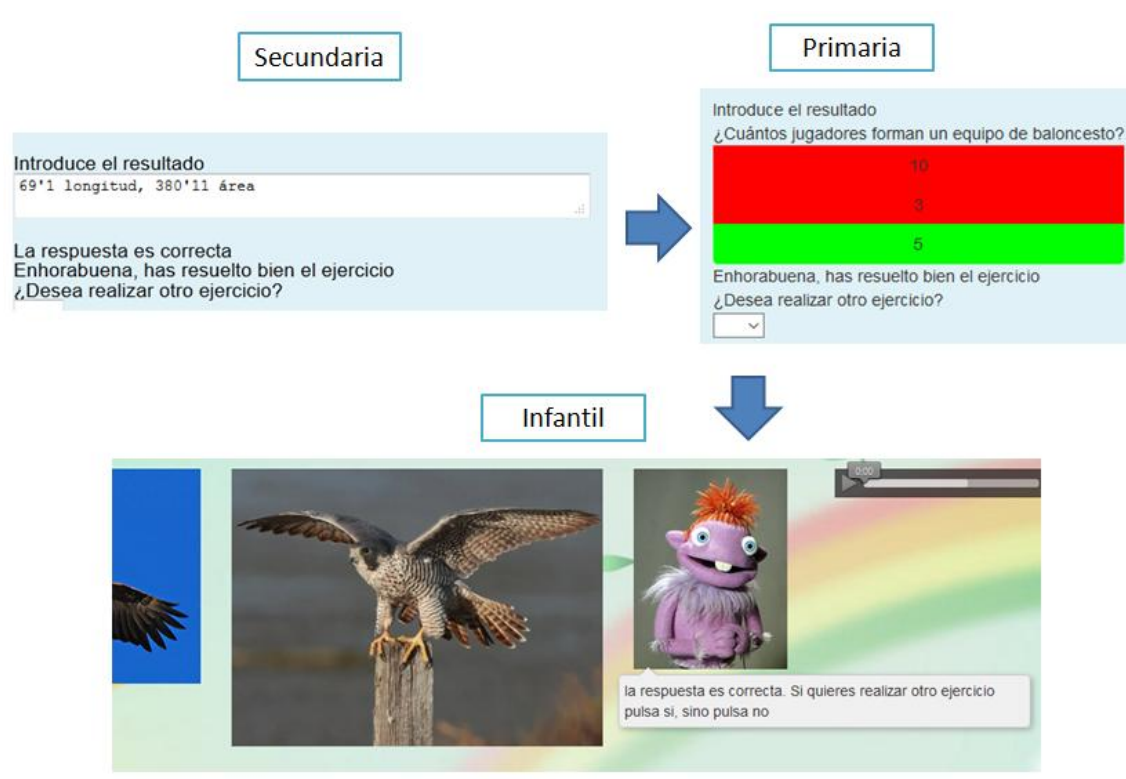
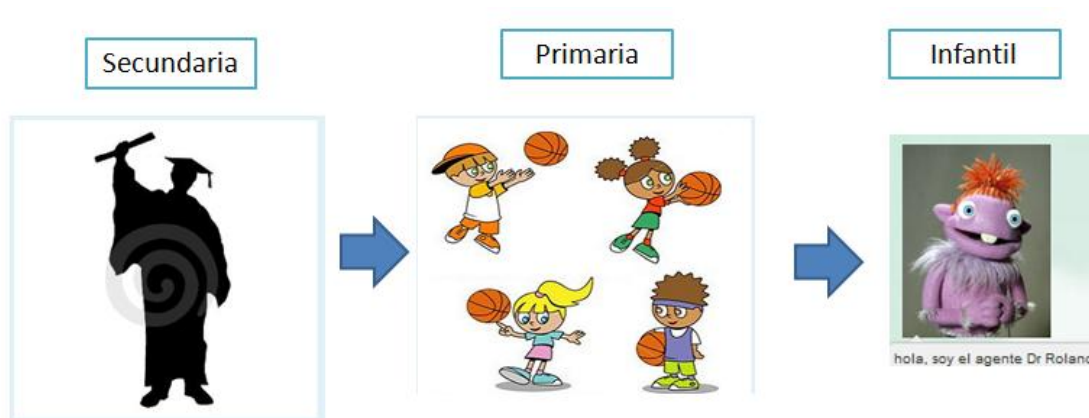


Figura 4.38 Adaptación Interfaz entre niveles - Informar resultado de la respuesta

Para **informar al estudiante del resultado** de su respuesta al ejercicio, como se puede observar en Figura 4.38, para Secundaria, se hace directamente por texto diciéndole “la respuesta es correcta. Enhorabuena, has resuelto bien el ejercicio”. Para Primaria, se usa la misma forma que para Secundaria, pero se añade la comprobación de la selección realizada, por la que entre las teclas para pulsar con las diferentes opciones, aparecen en verde la opción correcta y en rojo las incorrectas. Para ambos niveles, y a la vista de los resultados prácticos, la forma de comunicárselo es entendible.

Para Infantil, el resultado de la comprobación de su respuesta al ejercicio, se muestra en el área en la que va apareciendo la información que comunica el agente. Dicho texto, puede ser leído por el niño (en caso de que sepa leer), ser el profesor quien se lo lea a los niños, o habilitar la opción de voz del agente y que le propio agente lo diga de voz (Figura 4.38). Esta forma de comunicárselo se considera lo suficientemente flexible, a la vista de los resultados de las experiencias prácticas, para que niños tan pequeños sean capaces de entenderlo.

Además, algunos ejercicios como apoyo al mensaje que se da al usuario en el que se le indica si su respuesta es correcta o no, tienen elementos multimedia en forma de imagen que se muestran niño.



**Figura 4.39 Adaptación Interfaz entre niveles - Imagen del agente**

Respecto a la **imagen** del agente (Figura 4.39), ha sido desde el origen un tema a debate en los tres niveles. En todos es estática. En Secundaria, finalmente se decidió poner un estudiante universitario a modo de inspiración. No obstante, se pidió a los estudiantes que enviaran por email posibles imágenes que quisieran que tuviera, pero no se recibió ninguna, por lo que, junto con los docentes, se decidió dejar esa. Para Primaria, la situación fue similar, dejando finalmente una que estuviera relacionada con el baloncesto, que era el área de aplicación, a petición de los profesores.



**Figura 4.40 Adaptación Interfaz entre niveles - Enunciado del ejercicio**

Para Infantil, se decidió junto con los profesores intentar poner un personaje Infantil que fuese reconocido por los estudiantes, por lo que se decidió Lullula de los Lunnies. No obstante, los niños, cuando se les preguntó en la asamblea tras haber usado el agente, indicaron que algunos que les hubiese gustado que tuvieran como “están acostumbrados a ver y en la actualidad salen con más frecuencia en la televisión, como Dora, Bob Esponja, Pepa Pig, Las Tortugas Ninja, Spiderman”.

Por último, en cuanto al enunciado (Figura 4.40), para Secundaria y Primaria el modo de mostrarlo es igual, un cuadro de texto con el enunciado en su interior, buscando no distraer y que se centren en lo realmente importante que es el ejercicio en sí mismo. Una vez más, debido al motivo ya expuesto previamente, que la edad tan parecida de los estudiantes que iban a usarla.

Para Infantil, el enunciado se muestra en el área en la que va apareciendo la información que comunica el agente. Dicho texto, como ya se mencionó previamente, puede ser leído por el niño (en caso de que sepa leer), ser el profesor quien se lo lea a los niños, o habilitar la opción de voz del agente y que le propio agente lo diga de voz. Además, todos los ejercicios se ven apoyados por una imagen que permite al usuario hacer una idea más visual y/o entendible de qué trata el ejercicio, además de captar su atención.

**Tabla 4.42 Características algoritmos de Dr. Roland para Secundaria, Infantil y Primaria**

	<b>Secundaria</b>	<b>Primaria</b>	<b>Infantil</b>
<b>Diálogo</b>	Texto Lenguaje sencillo	Texto Lenguaje sencillo	Voz Lenguaje sencillo
<b>Profundidad en la ayuda</b>	Alta	Media	Baja
<b>Proceso de intentar guiar al alumno en la comprensión</b>	Complejo. Se intenta guiar a los estudiantes para que ellos mismos sean capaces de comprender qué se les pide. Intentar ser de ayuda en el desarrollo del proceso de la comprensión	Sencillo - No aplica Se sigue la misma lógica en el algoritmo que para Secundaria. sin embargo, en el caso de estudio por las características de los ejercicios usados (enunciado corto y directo) no tiene mucha aplicación	Sencillo - No aplica. Está más orientado a que entiendan el ejercicio, sepan resolverlo y aprendan que a que desarrollen el proceso de la comprensión en sí mismo
<b>Interacción</b>	Escrita Selección de opciones en lista desplegable con rango de valores	Escrita Selección de opciones en lista desplegable con rango de valores. Pulsación de botones entre alternativas disponibles para introducir las respuestas al ejercicio (tipo test)	Voz principalmente Selección por teclado (Pulsación de botones entre alternativas disponibles) Texto (En función del desarrollo de la lecto-escritura) Profesor como intermediario
<b>Forma de la ayuda prestada</b>	En forma de texto	En forma de texto	En forma de elementos multimedia: Imágenes/ o video
<b>Forma del ejercicio</b>	Texto	Texto	Texto (puede ser leído por el niño si sabe leer, por el profesor que actuando de intermediario-guía, o activar la opción de voz del agente y que éste lo lea). En forma de elementos multimedia: Imágenes o video

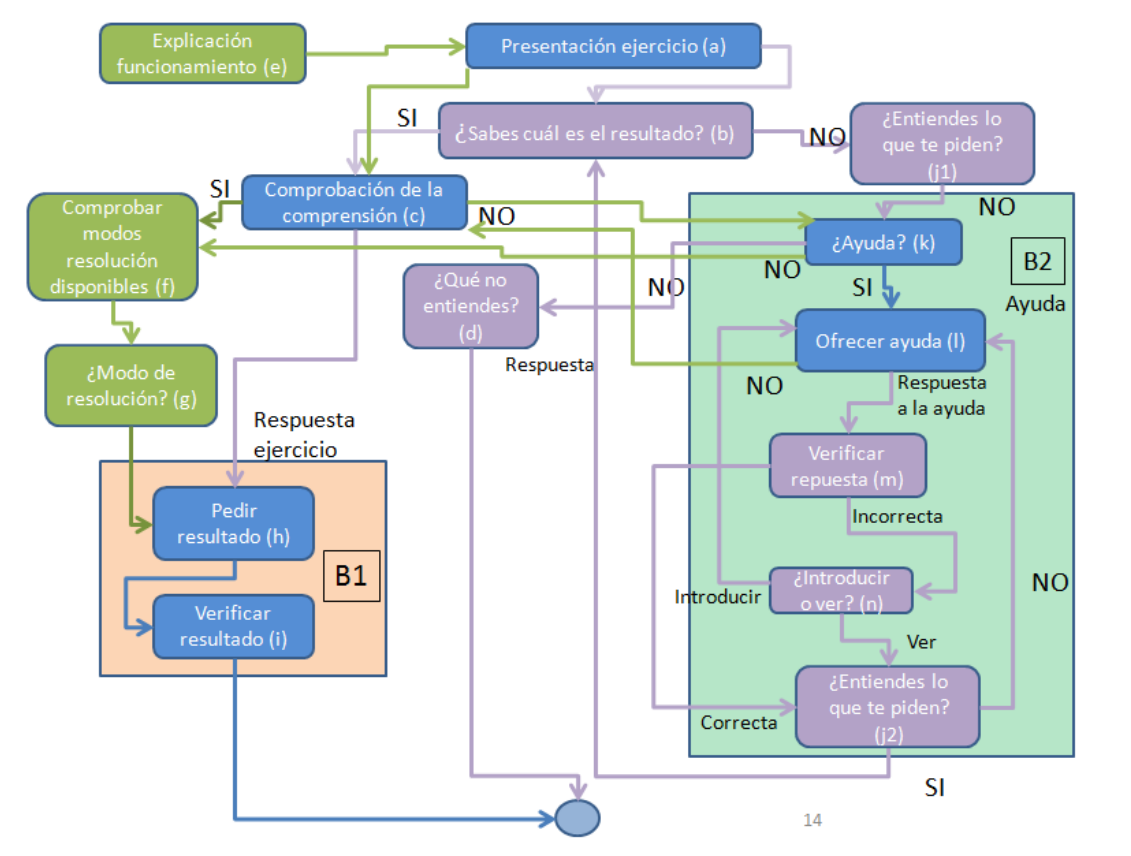


Figura 4.41 Diagrama comparativo de los algoritmos de Infantil, Primaria y Secundaria

#### 4.4.1 Adaptaciones del algoritmo

En este apartado se van a explicar las adaptaciones realizadas para el algoritmo de los tres niveles: Secundaria, Primaria e Infantil. Se toma como referencia la Tabla 3.3 del apartado de adaptaciones del capítulo tres, que contiene características del algoritmo para cada nivel, para una serie de criterios, igualmente validados por la experta a la que se ha hecho mención.

La Tabla 4.42 recoge un resumen de las características concretas del algoritmo de Dr. Roland de cada nivel para cada uno de los criterios recogidos en la Tabla. Seguidamente, se representan los algoritmos de los tres niveles en la Figura 4.41, mostrándose y explicándose brevemente la comparativa entre ellos. Por último, se realiza una explicación de cada uno de los criterios para cada nivel de la tabla, así como de la adaptación realizada entre niveles y el motivo de ello.

La Figura 4.41 muestra los diagramas a alto nivel de los algoritmos que guían el diálogo y la interacción en los tres niveles, pudiendo apreciarse así de una forma visual la comparativa entre ellos. Como la estructura general de los algoritmos de Primaria y Secundaria es igual, se ha resaltado en color las partes que tienen alguna diferencia o que hay que tener alguna consideración en el área de aplicación.

Para la parte resaltada del bloque B1, la implementación de la petición de resultado y cómo se muestra es diferente. Respecto al bloque B2 de ayuda, atender a lo indicado más abajo en la profundidad en la ayuda.

Comentar que en azul (tanto bloques como líneas) se representa (Figura 4.41) aquello que comparten los tres algoritmos. En verde oscuro aquellas partes que sólo tiene el algoritmo de Infantil, y en morado partes que tienen el algoritmo de Secundaria y Primaria. Puede encontrarse una explicación detallada de cada uno de ellos en los apartados a los que se ha hecho referencia a los algoritmos en cada uno de los tres niveles (apartados 4.1.3, 4.2.3 y 4.3.3).

En relación al **diálogo** que se usa para establecer la comunicación entre agente y usuario, para todos los niveles se usa el idioma castellano. Para *Secundaria y Primaria*, lo hace de forma escrita, empleando un lenguaje sencillo, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Esto es así porque como se comentó en la parte de la interfaz, la edad de los niños que en el caso de estudio, hacen uso del agente para cada uno de los niveles, es cercana. Mientras que para *Infantil*, existen diferencias más notables, ya que el agente, puede comunicarse de forma escrita (escribiendo el texto en el espacio habilitado para ello) y de voz. Además, la persona que está junto al niño durante el uso, normalmente será un docente, puede hacer de intermediario entre el agente y el niño, ya que tiene la posibilidad de transmitir al niño lo dicho por el agente, y a su vez, introducir en el agente lo dicho por el niño. Puede observarse ejemplos de la representación que toman los diálogos en las figuras: Figura 4.34, Figura 4.35, Figura 4.36, Figura 4.37 y Figura 4.38.

En relación a la **profundidad en la ayuda**, en *Secundaria* es más complejo, empleando de estructuras lingüísticas según indicaron los docentes. Tiene varios niveles de ayuda, que se van ofreciendo, si el usuario no la considera suficiente para el objetivo planteado, en este caso comprender, y si siguen quedando niveles de ayuda disponibles, en el diagrama comparativo involucra los bloques “k”, “l”, “m”, “n” y “j2” (Figura 4.41).

Para *Primaria*, la ayuda prestada es similar a la parte de Secundaria, siguiendo la misma lógica, por el motivo ya explicado. Sin embargo, dadas las características de los enunciados de los ejercicios, muy cortos y de pregunta directa, la ayuda en este caso se considera que no aporta mucho, porque se dan situaciones como por ejemplo la coincidencia de “la frase principal en la que le pedía qué tenía que hacer”, con el propio enunciado del ejercicio. Esto fue transmitido a los niños para que supiesen que no iba a ser tenido en cuenta. En el diagrama (Figura 4.41), involucra la parte que se ha agrupado en un bloque B2 de color verde claro.

Para *Infantil*, la ayuda es sencilla y directa y está más orientada al aprendizaje y al intento de resolver el ejercicio que en mejorar la comprensión. Orientado quizá más a un complemento al ejercicio. Existe un nivel, y aunque el algoritmo esté preparado para ofrecer cuantos se quieran, se optó por hacerlo simple porque si se baja a muchos niveles de ayuda, existe una alta probabilidad que los niños se pierdan en el proceso, olvidando el foco que es la resolución del ejercicio. En el diagrama involucra los bloques “k” y “l” (Figura 4.41).



En relación al **proceso de intentar guiar en la comprensión al alumno**, en *Secundaria* se centró en las estructuras que los profesores indicaron que eran relevantes para la comprensión “frase principal”, “verbos”, “pronombres” y “palabras relevantes”. De tal manera, que se intenta ir ofreciendo la ayuda, orientada a que el estudiante comprenda qué es lo que se les pide, el ejercicio, que es diferentes a saber resolver. Sirva como ejemplo, el enunciado de un ejercicio, pide calcular “el área del círculo”, el estudiante puede saber que le están pidiendo el cálculo del área, por lo que comprender lo que le piden, pero puede no saber resolver si no se sabe la fórmula, se ahí la diferencia entre la comprensión y resolución. En *Secundaria*, se buscó guiar al proceso de comprensión, de ahí que el algoritmo no le ofrezca la ayuda directamente o le explique el ejercicio para que lo entienda, sino que se va ofreciendo ayuda, a modo de preguntas, para guiarle en el proceso comprensión, siendo él quien va respondiendo, reintentando en caso de error y en última instancia si lo desconoce podría ver las respuestas, con el objetivo de que sea capaz de mejorar desarrollar su proceso de comprensión (involucra los bloques “l”, “m”, “n” y “j2” del diagrama de la Figura 4.41).

En *Primaria*, por el motivo indicado el proceso de guiar en la comprensión no es demasiado relevante, aunque aplica la misma lógica que *Secundaria*, las características de los ejercicios no lo hicieron de utilidad.

En *Infantil*, el proceso de guiar en la comprensión no tuvo la misma orientación que *Secundaria*, sino que dadas las características de los niños, se orientó más al proceso de aprendizaje y como complemento al ejercicio, para que sepan resolverlo. No se centró tanto en el objetivo de guiarle para que el mismo deduzca el significado, puesto que son niños más pequeños, que por su edad aún no han desarrollado algunas competencias propias del lenguaje, por lo que en este caso el foco se puede centrar más en adquirir conocimiento y repasar (involucra el bloque “l” de la Figura 4.41).

En cuanto al **modo de interacción**, y cómo **intercambian información** entre agente y usuario, para *Secundaria*, el algoritmo tiene en cuenta que es escrita y que se tienen que habilitar los elementos para que lo introduzca (en este caso cuadros de texto o listas desplegables de texto), según el caso que corresponda.

Para *Primaria*, la interacción es similar, con la diferencia de que cuando se trate de respuesta al ejercicio, como la introducción de la respuesta, se realiza en modo test, tendrá que comprobar las posibles respuestas y que se habiliten los elementos para mostrarlo al usuario y que éste pueda responder, en este caso teclas de selección (Figura 4.34). Involucra los bloques “h” e “i” del diagrama (Figura 4.41), que además como es otra de las diferencias respecto a *Secundaria*, en este caso en el modo de implementación, se ha resaltado en color en un bloque mayor llamado B1.

En *Infantil*, es donde radican mayores diferencias, y donde la gestión de los modos de interacción y comunicación es más compleja. Dados los modos de interacción, a los que se hizo referencia al explicar los modos de interacción en la parte de interfaces: para introducir respuestas, se puede hacer de voz o por teclado, proporcionando al agente la respuesta con la pulsación de la tecla (involucra los bloques “f”, “g”, “h” e “i” (Figura 4.41). El agente, para

interactuar con el niño, lo puede hacer mediante texto que proporciona en un área en forma de bocadillo de comic destinada a tal efecto, mediante voz si se activa la opción para ello, o puede ser el profesor quien se comunique con los niños en nombre del agente. El algoritmo se ha extendido para incorporar y gestionar estos modos y, en función del caso que corresponda, responder, adaptar su comunicación con el usuario y habilitar las opciones correspondientes para que el usuario responda.

En cuanto a la forma de la **ayuda prestada**, para *Secundaria y Primaria*, el algoritmo ha mostrado ayuda en forma de texto. Mientras que para *Infantil*, lo ha hecho en forma de elementos multimedia, concretamente imágenes y vídeos.

En cuanto a la **forma del ejercicio**, para *Secundaria e Infantil*, el algoritmo tiene que tener en consideración que es en forma de texto. Mientras que para *Infantil*, se tiene que gestionar la forma combinada en la que se muestra, dada la flexibilidad necesaria para niños que reúnen las características a las que se hizo mención previamente. Por un lado aparece debe gestionar que aparezca de forma escrita, para cubrir la situación de que ser leído por el niño si sabe leer, por el profesor que actuando de intermediario-guía se lo lea a los niños. Además, la aparición de elementos multimedia en forma de imágenes o vídeos como complemento del ejercicio.

## Capítulo 5 Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se va a hacer referencia al cumplimiento de los objetivos desde el punto de vista de los profesores, estudiantes e informática, que se plantearon en el capítulo uno. Se destacan las principales contribuciones realizadas por esta tesis, y por último, se termina con las principales líneas de trabajo futuro.

### 5.1 Objetivos cumplidos

En primer lugar, se hace referencia al principal objetivo de este trabajo **“proponer una metodología de diseño, integración y evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos (MEDIE)”**, así como **“la adaptación entre niveles”**.

Como puede comprobarse dicho objetivo se ha cumplido, esto se pone de manifiesto en la proposición de MEDIE y adaptación entre niveles recogida en el capítulo 3, que ha sido empleada para el diseño del Agente Conversacional Pedagógico Dr. Roland, y su integración en las aulas en diferentes niveles, como se recoge en el capítulo 4.

Las fases de MEDIE son comunicación con el equipo docente, validación de la interfaz, validación de la funcionalidad, sesiones prácticas y evaluación empleando técnicas de la IPO y de Big Data. Primeramente, MEDIE se empleó para el diseño, integración y evaluación del agente Dr. Roland para Educación Secundaria, aplicado al área de Matemáticas, habiéndose integrado en un colegio. Todo el proceso se detalla en el apartado 4.1 del capítulo 4.

Además, MEDIE se empleó para el diseño, integración y evaluación del agente Dr. Roland para Educación Primaria, aplicado al área de Educación Física, integrándose en dos colegios. La información relativa a ello se recoge en el apartado 4.2 del capítulo 4.

Por último, MEDIE se empleó también para el diseño, integración y evaluación del agente Dr. Roland para Educación Infantil, usándose para los temas de los animales y Ciencias de la Naturaleza. La información relativa a ello se recoge en el apartado 4.3 del capítulo 4. Siendo el uso en este nivel otro de los objetivos a conseguir.

Habiéndose realizado las **adaptaciones** pertinentes entre los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil, como se detalla en el apartado 4.4 del capítulo 4.

En cuanto a la **evaluación**, usando técnicas de análisis de datos **Big Data** y técnicas de **Interacción Persona-Ordenador**, se incluye en el apartado 3.5 en la quinta fase (“Evaluación”) de MEDIE. Además, se incluyen dos propuestas de análisis aplicados a ACP en la parte de Big Data, son **KDDIAE** (Figura 3.3), aplicación del KDD (Knowledge Discovery in Databases) a los datos de la Interacción entre ACP y Estudiantes, y **BIDAE** (Figura 3.4) uso de Big Data para la obtención de información de Agentes y Estudiantes.

El **algoritmo** que guía la interacción entre el estudiante y el ACP Dr. Roland es **RUANLP**.

### 5.1.1 Objetivos cumplidos para los profesores

En este apartado se va a hacer referencia al cumplimiento de los objetivos de los profesores que se plantearon en el capítulo 1.

#### 1. Proporcionar a los profesores la posibilidad de integrar una nueva tecnología educativa interactiva en su proceso de enseñanza.

Este objetivo se ha cumplido, puesto que el marco de la fase 4 de MEDIE “sesiones prácticas” con las experiencias llevadas a cabo en los diferentes colegios, se ha logrado la integración y uso del ACP Dr. Roland en las aulas. Los profesores en su proceso de enseñanza han podido utilizar tecnología en las aulas, adaptada a las necesidades de la clase, reuniendo las características que los docentes indicaron como relevantes, incorporando además el contenido que los profesores estimaron oportuno. Además, han sido los propios docentes quienes han integrado los ACPs en las aulas, siguiendo los métodos pedagógicos o docentes que estimaron oportuno, y lo usaron en más sesiones.

El agente Dr. Roland se ha integrado en aulas de niños muy pequeños, en Educación Infantil, concretamente en tres colegios, haciendo uso de diferentes técnicas como contextualización del ambiente en el que se iba a desarrollar el contenido relacionándolo con una experiencia previa de los niños (Caballero, 2016). Lo que se ha visto apoyado por las propias características del agente (colorido, llamativo, figuras, imágenes, videos, voz,...) que ha facilitado el proceso captando la atención de los niños, y despertando su motivación. A dicha integración se hace referencia en el apartado 4.3.4 del capítulo 4, en Rodil (2015), Caballero (2016) y González (2015).

La situación es similar para el nivel de Primaria, habiéndose integrado en dos colegios, como se explica en el apartado 4.2.4 del capítulo 4, en Vargas (2016) y Gómez (2015).

En Secundaria sucede lo mismo, como se explica en el apartado 4.1.4 del capítulo 4 y en Tamayo-Moreno (2012). Además, destacar que en la actualidad, se sigue integrando y usando el agente Dr. Roland en otros colegios a los que acuden estudiantes en prácticas de los Grados de Educación Infantil y Primaria, validando así su integración efectiva en el aula. De esta manera, es un agente que no se ha quedado solo en usos en los experimentos, sino que se ha integrado en el aula y actualmente sigue usándose.

#### 2. Facilitar la unión entre pedagogía, docencia y tecnología.

Este objetivo se ha cumplido, ya que se ha conseguido llevar a experiencias en las que han colaborado pedagogos, profesores e informáticos, consiguiendo así unificar las tres vertientes y obtener un trabajo satisfactorio común.

Para ello, siguiendo MEDIE, se ha involucrado en el proceso completo a las personas del ámbito educativo y tecnológico, aportando cada uno sus opiniones, puntos de vista o experiencia. Esto ha permitido tener una mayor amplitud de puntos de vista, enriqueciéndose el proceso, y en consecuencia los resultados. La aplicación de MEDIE en cada uno de los niveles, como se explica en el capítulo 4, con la participación de todas las personas a las que en el citado capítulo se hace mención, y el uso con éxito del agente en las aulas, son el mejor ejemplo de ello.

## 5.1.2 Objetivos cumplidos para los estudiantes

En este apartado se va a hacer referencia al cumplimiento de los objetivos de los estudiantes que se plantearon en el capítulo 1.

### 1. Facilitar un aprendizaje entretenido, amigable e interactivo gracias al uso de ACP.

Se ha cumplido, en base a la información obtenida por medio de la observación directa llevada a cabo, los cuestionarios y las entrevistas realizadas, en el marco de las evaluaciones realizadas según MEDIE. Algunos ejemplos concretos que lo ponen de manifiesto son los que se presentan a continuación.

Entrevista realizada al docente de Educación Secundaria sobre su impresión de la experiencia (información recogida en las entrevistas que se encuentran la evaluación de Secundaria, apartado 4.1.5):

*“proyectos como el realizado, y embarcarse en otros de similares es importante, de gran utilidad para los alumnos, y además son métodos de enseñanza alternativos a los tradicionales, estando más relacionados con la nueva realidad de la sociedad y de cara a la importancia de las nuevas tecnologías”, y para los estudiantes, “la utilidad de estos agente en los procesos de aprendizaje, como método alternativo de enseñanza y más relacionado con sus costumbres, que es el uso de tecnologías prácticamente a diario. Destacando la mayor motivación y actitud participativa, así como la importancia que conceden a que el agente les ayude”.*

En Educación Primaria, los estudiantes ante la pregunta realizada en el cuestionario acerca de si les parece interesante aprender más de Educación Física mediante este tipo de aplicaciones, la mayoría respondió que sí (92%), completando sus repuestas con argumentos como que permiten aprender más y mejor, entretienen, son educativas y que estaban interesados en el aprendizaje a través de estas. Esto se puede observar la Tabla 4.26 (información recogida en los cuestionarios que se encuentran en la evaluación de Primaria, apartado 4.2.5).

Además, en la observación de campo realizada por la tutora, la estudiante en prácticas de los estudiantes y la directora de este trabajo en el aula, durante las sesiones en las que interactuaron los estudiantes con el agente, destacaron la motivación despertada por el agente en los niños, la actitud participativa y atenta mantenida durante todo el periodo de exposición en clase, con una distracción mínima, y que se involucraron en la realización de los ejercicios (información recogida en la observación directa que se encuentra la evaluación de Primaria, apartado 4.2.5).

En relación a Educación Infantil, en las entrevistas a los niños (realizadas en forma de asambleas), en la experiencia Inf-1 todos indicaron que les había gustado mucho trabajar con el agente, que había sido muy divertido, y estaban contentos. Siendo los vídeos y que el agente hablara con ellos lo que más les gustó. En la experiencia Inf-2, indicaron que les gustó, siendo los vídeos lo que más, y en la experiencia Inf-3 indicaron que les había gustado mucho el agente Dr. Roland y se lo habían pasado muy bien jugando con él (información recogida en las entrevistas para la evaluación de Infantil, apartado 4.3.5).

Por último, haciendo alusión a las impresiones de estas profesoras de Infantil, la estudiante en prácticas que llevó a cabo la experiencia Inf-1 indicó que *“no se aprecia la verdadera aplicación de una herramienta hasta que no se usa”*, y que *“a priori, el uso de agentes puede parecer una herramienta más...pero no es así. Se trata de una forma dinámica de presentar los contenidos y de motivar a los alumnos”*, *“Dr. Roland en el aula ha sido muy interesante. Los niños estaban entusiasmados con la idea y los profesores satisfechos por comprobar los conocimientos que habían adquiridos nuestros alumnos reforzando los contenidos aprendidos y además enseñándolos de forma visual para ayudar a su retención”*.

Mientras que en el marco de la experiencia Inf-3 según indicó la profesora Inf-3 la tutora *“quedó encantada al igual que los alumnos con el agente conversacional”*.

## **2. Evaluar si los estudiantes de Educación Infantil podrán usar un ACP**

Se ha cumplido, ya que el agente conversacional pedagógico Dr. Roland para Educación Infantil, fue integrado en tres colegios (experiencias Inf-1, Inf-2 e Inf-3) y en todas las experiencias realizadas, los niños fueron capaces de usar el agente.

### **5.1.3 Objetivos cumplidos para informática**

En este apartado se va a hacer referencia al cumplimiento de los objetivos de informática que se plantearon en el capítulo 1.

#### **1. Proponer una metodología de diseño, integración y evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos (MEDIE) para que cualquier profesor, investigador o educador que quiera usar un agente en su aula cuente con una guía y la posibilidad de llevarlo a cabo.**

Se ha cumplido, puesto que MEDIE ha sido propuesta y se describe en el capítulo 3, puede observarse una imagen de la misma en la Figura 3.2. El capítulo 4 en sus tres primeros apartados, 4.1 para Secundaria, 4.2 para Primaria y 4.3 para Infantil, lo ponen de manifiesto el uso de la metodología propuesta, en cada una de sus fases, siendo ejemplos de ello. Puede apreciarse una imagen de la aplicación de MEDIE para estos niveles en Figura 4.1, Figura 4.10 y Figura 4.17, respectivamente.

#### **2. Investigar la viabilidad del diseño, integración y evaluación de los agentes en las aulas, y su adaptación entre niveles educativos (Secundaria, Primaria, Infantil).**

Se ha cumplido, puesto que MEDIE se ha empleado para el diseño, integración y evaluación del agente Dr. Roland en las aulas. El capítulo 4 en sus tres primeros apartados, 4.1 para Secundaria, 4.2 para Primaria y 4.3 para Infantil, lo ponen de manifiesto, describiendo cómo se ha aplicado en cada una de sus fases para cada uno de los niveles.

Además, en el apartado 3.6 del capítulo 3 se hace mención explícita a las adaptaciones entre niveles. Se han recogido una serie de características de los niños de los diferentes niveles tratados, que son Educación Secundaria, Primaria e Infantil en la Tabla 3.1. Y en base a eso,

cómo podría realizarse una adaptación de agentes conversacionales pedagógicos entre los citados niveles.

Se realiza una propuesta de adaptación centrada en la interfaz y el algoritmo. La Tabla 3.2 del apartado de adaptaciones del capítulo 3, que contiene características de la interfaz para cada nivel, para una serie de criterios, y la Tabla 3.3 características del algoritmo para cada nivel, para una serie de criterios. Y posteriormente, en el apartado 4.4 del capítulo 4 se explica cómo se ha aplicado a los niveles en los que se centra este trabajo.

Destacar que las características recogidas en las tablas, como ya se hizo mención en el último apartado del capítulo 3, han sido validadas por una Doctora en Educación con experiencia en Educación Infantil y Primaria, y profesora en los Grados de Educación Infantil y Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos con la que se colabora como asesora pedagógica.

### **3. Proponer el uso combinado de técnicas de la IPO y de Big Data para la evaluación de ACP y estudiantes**

Se ha cumplido, puesto que en la fase 5 de MEDIE “Evaluación”, se propone el uso combinado de técnicas de la IPO y de Big Data. Además, para esta última, se realizan dos propuestas de análisis aplicados a ACP, son KDDIAE (Figura 3.3), aplicación del KDD (Knowledge Discovery in Databases) a los datos de la Interacción entre ACP y Estudiantes, y BIDAIE (Figura 3.4) uso de Big Data para la obtención de información de Agentes y Estudiantes. Todo ello se recoge en el apartado 3.5 de evaluación del capítulo tres.

Dichas evaluaciones se han realizado como parte de la aplicación de MEDIE en cada uno de los niveles. En Secundaria, solo pudo emplearse técnicas de la IPO, la información detallada puede encontrarse en el apartado 4.1.5 del capítulo 4. En Primaria la situación es similar, pudiendo encontrarse la información en el apartado 4.2.5 del mismo capítulo. Para Infantil se han empleado técnicas de la IPO y relacionadas con el mundo Big Data, concretamente KDDIAE y BIDAIE, puede encontrarse la evaluación realizada en el apartado 4.3.5 del capítulo 4. Por lo que se ha cumplido.

### **4. Desarrollar un ACP siguiendo MEDIE**

Se ha cumplido, puesto que se ha desarrollado el ACP Dr. Roland siguiendo MEDIE para los niveles de Educación Infantil, Primaria y Secundaria.

### **5. Proponer un algoritmo que guíe la interacción y el diálogo entre el estudiante y Dr. Roland.**

Se ha cumplido, puesto que se ha propuesto el algoritmo RUANLP, que ha sido usado por el agente Dr. Roland. El algoritmo en pseudocódigo y representado en un diagrama, junto con una explicación del mismo, puede encontrarse, para cada uno de los niveles en los apartados 4.1.3.1 (Secundaria), 4.2.3.1 (Primaria) y 4.3.3.1 (Infantil).

## 6. Incorporar y usar por primera vez ACP en Educación Infantil.

Se ha cumplido, puesto que el agente conversacional pedagógico Dr. Roland para Educación Infantil, fue desarrollado siguiendo MEDIE e integrado en tres colegios según se describe en el Capítulo 4. Cabe destacar, que en todas las experiencias realizadas, los niños fueron capaces de usar el agente.

## 5.2 Contribuciones

Las principales contribuciones de este trabajo se destacan en color magenta en la Figura 5.1. Como se puede apreciar, la contribución principal que se ha realizado es la **proposición de una metodología de diseño, integración y evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos (MEDIE)** para que cualquier profesor, investigador o educador que quiera usar un agente en su aula cuente con una guía y la posibilidad de llevarlo a cabo.

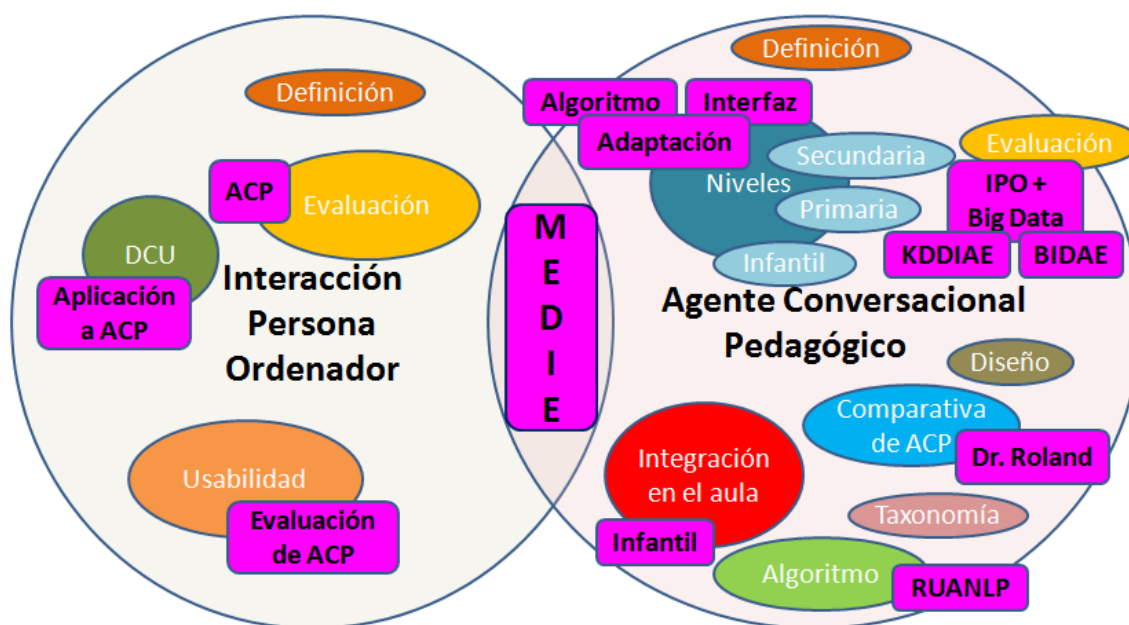


Figura 5.1 Contribuciones realizadas en el marco de este trabajo

En relación a la evaluación se propone el uso de **técnicas de análisis de datos relacionadas con el Big Data y técnicas de Interacción Persona-Ordenador**.

Para la parte de evaluación haciendo uso de técnicas de análisis de datos relacionadas con el Big Data, se realizan dos propuestas aplicadas a agentes conversacionales pedagógicos. Son **KDDIAE** (Figura 3.3), aplicación del KDD, Knowledge Discovery in Databases, a los datos de la Interacción entre ACP y Estudiantes, y **BIDAE** (Figura 3.4), uso de Big Data para la obtención de información de ACP y Estudiantes.

Además, con una propuesta sobre cómo podría realizarse la **adaptación** de un agente conversacional pedagógico **entre diferentes niveles**. Para ello, se han recogido una serie de características de los niños de los diferentes niveles tratados, que son Educación Secundaria,



Primaria e Infantil en la Tabla 3.1. Y en base a eso, se recogen en la Tabla 3.2 del apartado de adaptaciones del capítulo 3, una serie de características de la interfaz para cada nivel, para una serie de criterios, y en la Tabla 3.3 características del algoritmo, igualmente para cada nivel, para una serie de criterios. Destacar, como ya se hizo mención en el último apartado del capítulo 3, que han sido validadas por una Doctora en Educación con experiencia en Educación Infantil y Primaria, y profesora en los Grados de Educación Infantil y Primaria de la Universidad Rey Juan Carlos con la que se colabora como asesora pedagógica.

Puesto que no se encuentran en la literatura ejemplos de usos de agentes en Educación Infantil, se propone por primera vez el uso de MEDIE para la conceptualización, diseño, desarrollo, e **integración de los agentes en el aula de Infantil**. Ha sido llevado a cabo y la información relativa a ello, se detalla en el apartado 4.3 del capítulo 4.

Se ha realizado el **algoritmo RUANLP**, que es el algoritmo que guía la interacción, el diálogo, la comunicación, el funcionamiento y la ayuda entre el agente conversacional pedagógico y los estudiantes.

Se contribuye con el propio **agente Dr. Roland**, que es un agente conversacional pedagógico que ha sido diseñado, integrado en las aulas y evaluado siguiendo MEDIE para los niveles de Secundaria, Primaria e Infantil.

**Tabla 5.1 Revisión de agentes: Agente Dr. Roland**

Agente	Rol	Met.	Car. Alg.	U.-I.	Ev. Rdos.	Idioma
Dr. Roland	P	MEDIE	CT, CV, POM, P, A RUANLP	S, P, I	MR, MC, OU, EAE, MM, NI	Español

Se añade **Dr. Roland a la Tabla 2.2 de análisis de comparativa de ACPs** del apartado 2.1.5.4, sus datos se representan en la Tabla 5.1. Se han empleado los mismos criterios que se emplearon en el citado apartado, recogidos en la leyenda de la Figura 2.10. El agente, tiene **rol de profesor**, sigue la **metodología** de diseño, integración en las aulas y evaluación de MEDIE y el **idioma** es en español.

El **algoritmo** que guía la interacción es RUANLP, al que ya se ha hecho mención. Añadir que incorpora respuesta de opción múltiple, por ejemplo al dar la respuesta en los ejercicios de Primaria, conversación por texto en todos los niveles, y de voz para Infantil, es personalizable ya que por ejemplo para Infantil permite activar o desactivar las opciones de texto y voz. Por último, es adaptativo ya que en Infantil permite adaptarse a las características de los niños en función de si saben leer o no con las opciones de voz o teclado para interactuar. Otro ejemplo de ello, es la flexibilidad otorgada al profesor en el uso del agente para ajustarse al modo que quiera seguir en la clase, pudiendo el profesor/a leer lo dicho por el agente (aparece en modo texto), los niños o hacer que lo lea el propio agente.

Este agente ha sido integrado en aulas de Secundaria, Primaria e Infantil, como se indicó en los apartados en los que se explicaba cada una de las experiencias Sec-1 en 4.1.4, Pri-1 y Pri-2 en 4.2.4, e Inf-1, Inf-2 e Inf-3 en 4.3.4 (detalladas actualmente al realizar la observación de campo en los apartados 4.1.5, 4.2.5 y 4.3.5, respectivamente para cada nivel).

En cuanto a la evaluación de resultados siguiendo los criterios de la leyenda de la Figura 2.10. Se ha demostrado una mejora de resultados y de las capacidades. Para Secundaria se encuentra una leve mejoría en la capacidad de comprensión (siendo el promedio de las variaciones de +0,52 antes y después del uso del agente). Y el promedio de las variaciones de la resolución de +0,07, se puede encontrar toda la información detallada en Tamayo-Moreno (2012). Aunque ambas son positivas, se necesita un tiempo de exposición mayor para encontrar evidencias más significativas. Para Primaria e Infantil, el número de ejercicios respondidos correctamente en cada sesión era mayor, como refleja el incremento del porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total de los ejercicios realizados. Para Infantil en la Experiencia Inf-1 los porcentajes fueron, por orden de sesión, del 75%, 80% y 100% con una mejora total del 25%; en la experiencia Inf-2 del 75% y del 87,5%, con una mejora del 12,5%; y en la experiencia Inf-3 del 50% y del 75%, con una mejora del 25% (estos datos han ido extraídos de la Tabla B.6). Para Primaria, se aporta el dato de la experiencia Pri-2, puesto que en la experiencia Pri-1 sólo hubo una sesión, los datos son por orden de sesión del 70% y 76,9%, habiendo una mejora del 6,9% (estos datos han sido extraídos de la Tabla 4.31).

Existe también una opinión favorable en su uso, como se ha puesto de manifiesto en diferentes técnicas de evaluación, concretamente con el uso de cuestionarios, entrevistas y observación directa. Para su justificación se remite a lo indicado en el objetivo uno de los estudiantes de este capítulo. Se aprecia una mejora en la motivación de los estudiantes con el uso de agente, se remite igualmente lo indicado en el objetivo 1 de los estudiantes de este capítulo para su justificación. Es efectivo en la ayuda por los resultados obtenidos en la evaluación, tanto por las opiniones indicadas (se hace la misma referencia que para la motivación), como por la mejora en la resolución de los ejercicios, como se ha comentado previamente. Además, tiene naturaleza interactiva.

Se ha realizado una **evaluación combinada empleando técnicas de la IPO y Big Data**. En relación a las técnicas Big Data se han usado KDDIAE y BIDAE. Y para las técnicas de la IPO, se han evaluado los métodos de inspección (heurística y recorrido cognitivo), de indagación (observación de campo, entrevistas, cuestionarios y registro del uso) y de test (interacción constructiva, método del conductor y medida de las prestaciones).

Por último, se contribuye **con varios casos de estudio** en tres niveles educativos diferentes (Secundaria, Primaria e Infantil), aplicando una metodología de diseño, integración y evaluación de Agentes Conversacionales Pedagógicos para cada uno de ellos, adaptada, acorde o considerando las características de cada uno de los niveles, y con un contenido adaptado. Siendo la aplicación de MEDIE a cada uno de los niveles ejemplos de ello.

Para finalizar el apartado, indicar que la principal aportación de esta tesis es la metodología para el diseño e integración en el aula de los Agentes Conversacionales Pedagógicos. Para validar esta metodología se ha desarrollado el agente Dr. Roland que también es una aportación a destacar de este trabajo. El agente se ha integrado en las aulas de Educación Secundaria, Primaria e Infantil, evaluándose tanto la validez de la metodología para diseñar e integrar el agente en varios niveles educativos, como el propio agente como software interactivo para enseñar a niños de tan diversas edades.

La **difusión de las aportaciones y resultados** obtenidos, se han materializado en las publicaciones, que se listan en el apartado 1.4. Destacar que el trabajo “Propuesta de Desarrollo Centrado en el Usuario de un Agente Conversacional Pedagógico para la Comprensión Lectora de Ejercicios de Matemáticas a nivel escolar” (Tamayo-Moreno, 2012) **fue galardonado** con el Premio eMadrid 2013 al **mejor** Proyecto de Fin de carrera, Trabajo de Fin de Grado o **Trabajo de Máster**. Otorgado por el Comité Gestor del proyecto eMadrid, relacionado con el capítulo 4. Y el trabajo “Designing and Evaluating Pedagogic Conversational Agents to Teach Children” (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2017), en el que se presentaba MEDIE, **premiado con el Best Paper Award** de la Conferencia.

En relación a las publicaciones, mencionar que está en preparación un artículo JCR con toda la información de la metodología validada.

Por último, mencionar que **Dr. Roland sigue usándose en varios colegios**, a los que acuden estudiantes en prácticas de los Grados de Educación Infantil y Primaria, **validando así su integración efectiva en el aula**. De esta manera, es un agente que no se ha quedado solo en usos en los experimentos, sino que se ha integrado en el aula y actualmente sigue usándose.

### 5.3 Trabajo futuro

Las líneas de trabajo futuro, serían, en primer lugar, conseguir obtener un mayor tiempo de exposición del agente en cada uno de los niveles para recolectar mayor cantidad de datos y poder sacar más resultados.

Incorporación de aprendizaje automático a los agentes, con el objetivo de que sean capaces, por un lado, de aprender del propio comportamiento de cada usuario y ofrecerles una mejor interacción, más personalizada. Por otro, para ser capaces de generalizar comportamientos de usuarios, de tal forma que sirva, una vez que un usuario haya podido ser catalogado con una caracterización generalizada, ofrecerle una mejor interacción. O para saber cómo comportarse ante situaciones como por ejemplo un estudiante que es la primera vez que usa agentes.

Otra de las líneas de trabajo que se plantea, es el acercamiento al mundo de la robótica, mediante la integración del agente en un robot, siendo esta una tecnología que va aumentando en importancia en Informática Educativa para trabajar y ser usada por niños.

A corto plazo, las primeras modificaciones irían encaminadas a algunos de los aspectos que se han pedido en la última validación presentada en este trabajo, que son los siguientes (se pone en paréntesis quién lo solicitó):

- Para Educación Secundaria
  - Ejemplos (estudiantes).
  - Enlaces a sitios donde se explique la teoría, por ejemplo, tutoriales (estudiantes).
- Para Educación Primaria
  - Más animación (estudiantes).
  - Más contenido diferente al Baloncesto (estudiantes y profesor de Educación Física).
- Para Educación Infantil
  - Cambiar la imagen del agente que no sea estática, que se mueva y haga gestos con la cara y con el cuerpo (niños).
  - Música (niños).
  - Tono de voz más Infantil (niños).
  - Más vídeos y fotos (niños).
  - Teclado con sonidos que representen los fonemas de cada grafía. Esto permitirá a los niños asociar la grafía a los sonidos (tutora).

A largo plazo, se pretende seguir trabajando con el ámbito docente y los estudiantes, en el marco de MEDIE con iteraciones sucesivas, incorporando en el agente, y cubriendo las nuevas necesidades demandadas por docentes y estudiantes. Es decir, seguir modificando Dr. Roland según soliciten los usuarios en futuros ciclos de MEDIE, siguiendo el proceso iterativo e incremental.

# Bibliografía

## Referencias

- (Abascal y Garay, 2001) Abascal, J., & Garay, N. (2001). Capítulo 6. Dispositivos. La interacción persona-ordenador. AIPO, Asociación Interacción Persona-Ordenador.
- (Abrás et al. 2004) Abrás, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), 445-456.
- (Aïmeur et al. 1995) Aïmeur, E., Frasson, C. & Sthiaru-Alexe, C. (1995). Towards New Learning Strategies In Intelligent Tutoring Systems, Brazilian Conference of Artificial Intelligence SBIA'95.
- (Aïmeur y Frasson, 1996) E. Aimeur & C. Frasson (1996). "Analyzing a new learning strategy according to different knowledge levels," Computers & Education, vol. 27, no. 2, pp. 115 – 127.
- (Aïmeur et al. 1997) Aïmeur, E., Dufort, H., Leibur, D., & Frasson, C. (1997). Some justifications for the learning by disturbing strategy. Proceedings of the Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education, 1-14.
- (Alreck y Settle, 1994) Alreck, P. & Settle, R. (1994). The Survey Research Handbook . McGraw-Hill Trade; 2nd edition (December 1, 1994)
- (Ames y Archer, 1988) Ames, C., & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. Journal of educational psychology, 80(3), 260.
- (Bacigalupo et al. 2010) Bacigalupo, D. A., Warburton, W. I., Draffan, E. A., Zhang, P., Gilbert, L., & Wills, G. B. (2010, July). A formative eAssessment co-design case study. In Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on (pp. 35-37). IEEE.
- (Bartek y Cheatham, 2003) Bartek, V. & Cheatham, D. (2003). Experience remote usability testing, Part 1: Examine study results on the benefits and downside of remote usability testing.
- (Baylor, 2002) Baylor, A. (2002). Expanding Preservice Teachers' Metacognitive Awareness of Instructional Planning Through Pedagogical Agents. Educational Technology Research & Development, 50(2), 5-22.
- (Baylor y Ebbers, 2003) Baylor, A & Ebbers, S. (2003). Evidence that Multiple Agents Facilitate Greater Learning. International Artificial Intelligence in Education (AI-ED) Conference, Sydney, Australia.
- (Bevan y Macleod, 1994) Bevan, N & Macleod, M (1994). "Usability measurement in context", Behaviour and Information Technology, vol. 13 nos. 1 & 2.

- (Beyer y Laney, 2012) Beyer, M. A., & Laney, D. (2012). The importance of 'Big Data': a definition. Stamford, CT: Gartner, 2014-2018.
- (Bias y Mayhew, 1991) Bias, R. & Mayhew D. (1991). Cost-justifying usability. IEEE Software.
- (Biswas et al. 2009) Biswas, G., Roscoe, R., Jeong, H., & Sulcer, B. (2009). Promoting self-regulated learning skills in agent-based learning environments. In Proceedings of the 17th international conference on computers in education (pp. 67-74).
- (Boyd y Crawford, 2012) Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for Big Data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, communication & society*, 15(5), 662-679.
- (Brachman y Anand, 1996) Brachman, R., and Anand, T. (1996). The Process of Knowledge Discovery in Databases: A Human-Centered Approach. In *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, 37–58, eds. U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy. Menlo Park, Calif.: AAAI Press.
- (Caballero, 2016) Caballero, V. (2016). *Agentes Conversacionales y Conocimiento del Medio*. Universidad Rey Juan Carlos I.
- (Candamil-Llano y Guevara-Hurtado, 2009) Candamil-Llano, M. and Guevara-Hurtado, A. F. "Análisis de sitios web universitarios colombianos mediante evaluaciones heurísticas para el proyecto del nuevo portal web Unicauca", 2009.
- (Cassell et al. 2000) Cassel, J., Bickmore, T., Campbell, L., Hannes, V., & Yan, H. (2000). Human Conversation as a system framework: Designing embodied conversational agents. Cassell JI, Sullivan J., Prevost S., Churchill E.(Eds). *Embodied Conversational Agents*.
- (Cassell, 2001). Cassell, J. (2001). Embodied conversational agents: representation and intelligence in user interfaces. *AI magazine*, 22(4), 67-83.
- (Castells, 2009) Castells, M. (2009). *Comunicación y poder*.(MH fuente, Trans.) Madrid: Alianza Editorial.
- (Chan y Baskin, 1990) Chan, T. W., & Baskin, A. B. (1990). Learning companion systems. In C. Frasson, & G. Gauthier (Eds.), *Intelligent tutoring systems at the crossroads of artificial intelligence and education* (pp. 7–33). NJ: Ablex Publishing Corporation.
- (Chase et al. 2009) Chase, C., Chin, D., Oppezzo, M., & Schwartz, D. (2009). Teachable agents and the protégé effect: Increasing the effort towards learning, *Journal of Science Education and Technology* 18, 334-337.
- (Chen et al. 2008) Chen, Z. H., Liao, C. C., Chien, T. C., & Chan, T. W. (2008). Nurturing my-pet: Promoting effort-making learning behavior by animal companions. In *Sixteenth International Conference on Computers in Education*.
- (Chen et al. 2009) Chen, Z. H., Liao, C. C., Chien, T. C., & Chan, T. W. (2009, July). Animal companion approach to fostering students' effort-making behaviors. In *Proceedings of the 2009 conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems that Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling* (pp. 728-730). IOS Press.

- (Chen et al. 2014) Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big Data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171-209.
- (Chou et al. 2003) Chou, C.-Y., Chan, T.-W., & Lin, Ch.-J. (2003). Redefining the learning companion: the past, present and future of educational agents. *Computers & Education*, 40, 255–269. doi:10.1016/S0360-1315(02)00130-6
- (Clark et al. 2013) Clark, A., Fox, C., & Lappin, S. (Eds.). (2013). *The handbook of computational linguistics and natural language processing*. John Wiley & Sons.
- (Clifford, 2009) Clifford, M. M. (2009). Students need challenge, not easy success. *Kaleidoscope: Contemporary and Classic Readings in Education*, 168.
- (Costa et al. 2009) Costa, A., Loureiro, M. & Reis, L. (2009) "Development methodologies for educational software: the practical case of courseware SERe", *International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN09)*, pp. 5816-5825.
- (Cuadra et al. 2009) Cuadra, D., Crespo, M., & Calle-Gómez, J. (2009). Anotación Pragmática de Diálogos en XML. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 43, 49-56.
- (Dehn y Van Mulken, 2000) Dehn D., & van Mulken S. (2000). The impact of animated interface agents: a review of empirical research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 52(1), 1-22.
- (Dempsey et al. 1997) Dempsey, J.V, Lucassen, B. A, Haynes, L. L.,& Casey, M. S. (1997). An exploratory study of forty computer games (COE Technical Report No 97-2). Mobile, AL. University of South Alabama.
- (De Angeli y Brahnham, 2006) De Angeli, A., & Brahnham, S. (2006). Sex stereotypes and conversational agents. *Proc. of Gender and Interaction: real and virtual women in a male world*, Venice, Italy.
- (Dempster et al. 1977) Dempster, A, Laird, N. & Rubin, D. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 39 (1): 1–38.
- (Diaper, 1989) Diaper, D. (1989). The discipline of human-computer interaction. *Interacting with Computers*, 1(1).
- (Dillenbourg y Self, 1992) Dillenbourg, P., & Self, J. (1992). People power: A human-computer collaborative learning system. In G.G. C. Frasson, & G. McCalla (Eds.), *The 2nd international conference of intelligent tutoring systems, lecture notes in computer science* (Vol. 608, pp.651- 660). Springer-Verlag.
- (Dix, 1993) Dix, A. (1993). *Human computer interaction*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- (Dix et al. 1998) Dix, A. ; Finlay, J. ; Abowd, G. ; Beale R. (1998). *Human-Computer Interaction* . Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (2nd edition).
- (D’Mello et al. 2012) D’Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2012). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*.

- (D'mello y Graesser, 2012) D'mello, S., & Graesser, A. (2012). AutoTutor and affective AutoTutor: Learning by talking with cognitively and emotionally intelligent computers that talk back. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)*, 2(4), 23.
- (Domínguez, 2011) Domínguez, J. (2011). "Diseño de un asistente virtual". Dto de sistemas de computación. Instituto Tecnológico CD. Madero, Tamaulipas.
- (Dourish, 2006) Dourish, P. (2006, April). Implications for design. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems* (pp. 541-550). ACM.
- (Dray y Siegel, 2004) Dray, S. & Siegel, D. (2004). Remote possibilities?: international usability testing at a distance. *Interactions*, V. 11, issue 2, march+april 2004, págs. 10-17. ACM Press.
- (Fayyad et al. 1996) Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. & Padhraic, S. (1996). From data mining to knowledge discovery: an overview. In *Advances in knowledge discovery and data mining*, Usama M. Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro, Padhraic Smyth, and Ramasamy Uthurusamy (Eds.). American Association for artificial Intelligence, Menlo Park, CA, USA 1-34.
- (Fisher, 1987) Fisher, D. (1987). Knowledge acquisition via incremental conceptual clustering. *Machine Learning* 2 (2): 139–172.
- (Flach, 2012) Flach, P. (2012). *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data*. Cambridge University Press.
- (Flores, 2012) Flores, J. G. (2012). Utilización del ordenador y rendimiento académico entre los estudiantes españoles de 15 años Computer Use and Academic Achievement in 15-year-old Spanish Students. *Revista de educación*, 357, 375-396.
- (Frasson et al. 1996) Frasson, C., Mengelle, T., Aïmeur, E., & Gouardères, G. (1996, June). An actor-based architecture for intelligent tutoring systems. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 57-65). Springer Berlin Heidelberg.
- (Frasson y Aïmeur, 1996) Frasson, C., & Aïmeur, E. (1996). A Comparison of Three Learning Strategies in Intelligent Tutoring Systems. *Journal of Educational Computing Research*, Volume 14, 371-383.
- (Frasson y Aïmeur, 1997) Frasson, C., & Aïmeur, E. (1997). Lessons learned from a university-industry cooperative project in tutoring systems. *Failure and Lessons Learned in Information Technology Management*, 1(2), 149-157.
- (García-Gómez, 2008) García Gómez, J. C. (2008). Análisis de usabilidad de los portales en español para personas mayores. *No Solo Usabilidad*, (7).
- (García-Peñalvo y Mendes, 2016) García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2016). XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIIE 2016. Nº: Aquilafuente; 222.
- (Giraffa y Viccari, 1999) Giraffa, L., & Viccari, R. (1999). Intelligent Tutoring Systems Built Using Agents Techniques. *La Salle Revista de Educación [Canoas: Brazil]*. *Ciencia e Cultura*, 4(1), 23–40.



- (Gómez, 2015) Gómez, L. (2015) Agentes conversacionales en Educación Física., Master's thesis, Universidad Rey Juan Carlos.
- (González et al. 2006) M.P. González, A. Pascual, J. Lorés, "Evaluación Heurística", Lorés, J. (Ed.), 2006.
- (González y Hernández, 2014) González, B. G., & Hernández, A. G. S. (2014). Uso Pedagógico de las TIC en el Aula/Pedagogical use of ICT in the classroom. RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática, 1(2), 19-37.
- (González, 2015) González, R (2015). Psicología y Agentes Conversacionales ¿Cómo se relacionan? Universidad Rey Juan Carlos I.
- (Graesser et al. 2001) Graesser, A., Person, N., & Harter, D. (2001). Teaching tactics and dialog in AutoTutor, International Journal of Artificial Intelligence in Education 12(3), 23-29.
- (Graesser et al. 2007) Graesser, A.C., Penumatsa, P., Ventura, M., Cai, Z. & Hu, Z. (2007). "Using LSA in AutoTutor: Learning through mixed initiative dialogue in natural language". In T. Landauer, D. McNamara, S. Dennis, and W. Kintsch (Eds.), Handbook of Latent Semantic Analysis, pp. 243-262. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- (Granollers et al. 2012) Granollers i Saltiveri, T., Lorés Vidal, J., & Cañas Delgado, J. J. (2012). Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario.
- (Gulz, 2004) Gulz, A. (2004). Benefits of virtual characters in computer based learning environments: Claims and evidence. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 14(3, 4), 313-334.
- (Gulz y Haake, 2006a) Gulz, A., & Haake, M. (2006a). Design of animated pedagogical agents - A look at their look. International Journal of Human-Computer Studies, 64(4), 322-339.
- (Gulz y Haake, 2006b) Gulz, A., & Haake, M. (2006a). Virtual pedagogical agents—design guidelines regarding visual appearance and pedagogical roles. Current Developments in Technology-Assisted Education, 2006.
- (Gulz y Haake, 2006c) Gulz, A. & Haake, M. (2006c). Visual design of virtual pedagogical agents: naturalism versus stylization in static appearance. In J. Gratch, M. Young, R. Aylett, D. Ballin, P. Oliver (Eds.), Lecture Notes in Artificial Intelligence, Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'06), Marina del Rey, CA, Springer, Berlin/Heidelberg, Germany, 455.
- (Gulz et al. 2011) Gulz, A., Haake, M., Silvervarg, A., Sjöden, B., & Veletsianos, G. (2011). Building a Social Conversational Pedagogical Agent: Design Challenges and. Conversational Agents and Natural Language Interaction: Techniques and Effective Practices: Techniques and Effective Practices, 128.
- (Gutierrez-Braojos y Salmerón-Pérez, 2012) Gutierrez-Braojos, C., & Salmerón-Pérez, H. (2012). Estrategias de comprensión lectora para estudiantes de primer grado de Educación Primaria.

- (Haake, 2009) Haake, M. (2009). "Embodied Pedagogical Agents: From Visual Impact to Pedagogical Implications." *Institutionen för designvetenskaper, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universite. Lund University. 978-91-628-7804-7.*
- (Haake y Gulz, 2009) Haake, M., & Gulz, A. (2009). A look at the roles of look & roles in embodied pedagogical agents—a user preference perspective. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 19(1), 39-71.*
- (Hassan et al. 2004) Hassan, Y., Martín Fernández, F. J., & Iazza, G. (2004). Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. *Hipertext. net, (2).*
- (Hassan y Ortega, 2009) Hassan Montero, Y. & Ortega Santamaría, S. (2009). "Informe APEI sobre usabilidad".
- (Hays et al. 2009) Hays, M., Lane, C., Auerbach, D., Core, M., Gomboc, D. & Rosenberg, M. (2009). Feedback Specificity and the Learning of Intercultural Communication Skills, *AIED.*
- (Henry, 2008) Henry, S. (2008). *Simplemente pregunta: Integración de la accesibilidad en el diseño. Lulu. com.*
- (Hewett et al. 1992) Hewett, T., Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong, G. & Verplank, W. (1992). *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. Technical Report. ACM, New York, NY, USA.*
- (Ibáñez, 2004) Ibáñez, (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 1(1), 3.*
- (Johnson et al. 2000) Johnson, W., Rickel, J., & Lester, J. (2000). Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments, *Journal of Artificial Intelligence in Education 11, 47-78.*
- (Johnson et al. 2003) Johnson, W., Kole, S., Shaw, E., & Pain, H. (2003). *Socially Intelligent Learner-Agent.*
- (Johnson y Johnson, 2006) Johnson, D., & Johnson, F. (2006). *Joining together: Group theory and group skills. Boston: Allyn & Bacon.*
- (Kerly et al. 2008) Kerly, A., Ellis, R. & Bull, S. (2008). "Calmsystem: A conversational agent for learner modelling," *Knowledge-Based Systems, vol. 21, no. 3, pp. 238 – 246, 2008, {AI} 2007 The 27th {SGAI} International Conference on Artificial Intelligence.*
- (Kerly et al. 2009) Kerly, A., Ellis, R. & Bull, S. (2009). "Conversational agents in e-learning," in *Applications and Innovations in Intelligent Systems XVI, T. Allen, R. Ellis, and M. Petridis, Eds. Springer London, 2009, pp. 169–182.*
- (Khosrow-Pour, 2008) Khosrow-Pour, M. (Ed.). (2008). *Encyclopedia of information science and technology (Vol. 1). IGI Global.*
- (Kim y Baylor, 2006) Kim, Y., & Baylor, A. (2006). A social cognitive framework for designing pedagogical agents as learning companions. *Educational Technology Research and Development, 54(6), 569-596.*

- (Kim et al. 2007) Kim, Y., Baylor, A. L., & Shen, E. (2007). Pedagogical agents as learning companions: The impact of agent emotion and gender. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(3), 220–234. doi:10.1111/j.1365- 2729.2006.00210.x
- (Kindley, 2002a) Kindley, R. A. N. D. A. L. L. (2002a). The power of simulation-based e-learning (SIMBEL). *The eLearning Developers' Journal*, 17.
- (Kindley, 2002b) Kindley, R. W. (2002b). Scenario-based e-learning: A step beyond traditional e-learning. *Learning circuits*.
- (Kirkegaard et al. 2014) Kirkegaard, C., Gulz, A., & Silvervard, A. (2014, June). Introducing a challenging teachable agent. In *International Conference on Learning and Collaboration Technologies* (pp. 53-62). Springer International Publishing.
- (Kuniavsky, 2003) Kuniavsky (2003). "Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User", Research. Morgan.
- (Kuz y Falco, 2015) Kuz, A., & Falco, M. (2015). Agent SocialMetric: herramienta de asistencia al docente para determinar el clima social y la estructura del aula. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (22), 16-29.
- (Leelawong y Biswas, 2008) Leelawong, K. and Biswas, G. (2008) Designing Learning by Teaching Systems: The Betty's Brain System. In *International Journal of Artificial Intelligence in Education*.
- (Lester et al. 1997) Lester, J., Converse, S., Kahler, S., Barlow, S., Stone, B. & Bhogal, R. (1997). The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents, SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- (Liddle, 1996) Liddle, D. (1996, April). Design of the conceptual model. In *Bringing design to software* (pp. 17-36). ACM.
- (Lorés et al. 2002) Lorés, J., Granollers, T. y Lana, S. (2002). Introducción a la interacción persona-ordenador. En J. Lorés (ed.) *La interacción persona-ordenador*. Lérida, 2001-2002, 20-40.
- (Mack y Robinson, 1992) Mack, R., & Robinson, J. B. (1992). When novices elicit knowledge: question asking in designing, evaluating, and learning to use software. In *The psychology of expertise* (pp. 245-268). Springer New York.
- (Maimon y Rokach, 2010) Maimon, O & Rokach, L. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer, New York. ISBN 978-0-387-09823-4.
- (Marcos, 2006) Marcos, M. C. (2006). Evaluación de la usabilidad en sistemas de información terminológicos online. *Hipertext. net: Anuario Académico sobre Documentación Digital y Comunicación Interactiva*, (4).
- (Marengo et al. 2016) Marengo, A., Pagano, A., & Ladisa, L. (2016, October). Mobile Gaming Experience and Co-Design for Kids: Learn German With Mr. Hut. In *ECEL 2016-Proceedings of the 15th European Conference on e-Learning* (p. 467).

- (Mas, 2005) Mas, A. (2005). *Agentes software y sistemas multiagente: conceptos, arquitecturas y aplicaciones*. Prentice Hall.
- (Matsuda et al. 2010a) Matsuda, N., Cohen, W. W., Koedinger, K. R., Stylianides, G., Keiser, V., & Raizada, R. (2010). Tuning Cognitive Tutors into a Platform for Learning-by-Teaching with SimStudent Technology. *Adaptation and Personalization in EB/Learning using Pedagogic Conversational Agents (APLEC 2010)*, 20.
- (Matsuda et al. 2010b) Matsuda, N., Keiser, V., Raizada, R., Tu, A., Stylianides, G., Cohen, W. W., & Koedinger, K. R. (2010 b, June). Learning by teaching SimStudent: Technical accomplishments and an initial use with students. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 317-326). Springer Berlin Heidelberg.
- (Matsuda et al. 2012) Matsuda, N., Cohen, W. W., Koedinger, K. R., Keiser, V., Raizada, R., Yarzebinski, E., Watson, S.P. & Stylianides, G. (2012). Studying the Effect of Tutor Learning using a Teachable Agent that asks the Student Tutor for Explanations. In M. Sugimoto, V. Aleven, Y. S. Chee & B. F. Manjon (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL 2012)* (pp. 25-32). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- (Matsuda et al. 2013) Matsuda, N., Yarzebinski, E., Keiser, V., Raizada, R., Cohen, W. W., Stylianides, G. J., & Koedinger, K. R. (2013). Cognitive anatomy of tutor learning: Lessons learned with SimStudent. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1152.
- (Matsuda et al. 2014) N. Matsuda, W. W. Cohen, and K. R. Koedinger, "Teaching the teacher: Tutoring simstudent leads to more effective cognitive tutor authoring," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2014.
- (Mayer et al. 2006) Mayer, R., Johnson W.L., Shaw, E., & Sandhu, S. (2006). Constructing computer-based tutors that are socially sensitive: Politeness in educational software. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(1), 36-42.
- (Mayhew, 1999) Mayhew, D. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle..* San Fancisco: Morgan Kaufman.
- (Millen, 2000) Millen, D. R. (2000, August). Rapid ethnography: time deepening strategies for HCI field research. In *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 280-286). ACM.
- (Mitchell, 1997) Mitchell, T. (1997). *Machine Learning*, McGraw Hill.
- (Mitkov, 2005) Mitkov, R. (2005). *The Oxford handbook of computational linguistics*. Oxford University Press.
- (Molich y Nielsen, 1990) Molich y Nielsen, "Improving a human-computer dialogue", *Communications of the ACM*, 3 (33), pp. 338-348, 1990.
- (Morales-Rodríguez y Domínguez-Martínez, 2011) Morales-Rodríguez, M., & Domínguez-Martínez, J. (2011). *Agentes Conversacionales como un Sistema de Diálogo*. Memorias del V Encuentro de Investigadores del ITCM.

- (Moreira y González, 2015) Moreira, M. A., & González, C. S. G. (2015). De la enseñanza con libros de texto al aprendizaje en espacios online gamificados. *Educatio Siglo XXI*, 33(3), 15-38.
- (Llisterri y Moure, 1996) Llisterri, J., & Moure, T. (1996). Lenguaje y nuevas tecnologías: el campo de la lingüística computacional. In *Avances en lingüística aplicada* (pp. 147-228). Universidade de Santiago de Compostela.
- (Nanne, 2015) Nanne, M. (2015) "Classification Criteria for Pedagogical Agents". Dept. Mathematics and Computer Science, University of Sciences Technology and Medicine, Nouakchott – Mauritania. ISSN : 0976-8491 ISSN : 2229-4333 (Print) IJCST Vol. 6, Issue 3, July - Sept 2015.
- (Nielsen, 1993) Nielsen J. (1993). *Usability engineering*. AP Professional, Boston, MA,
- (Nielsen, 1994) Nielsen (1994), "Heuristic evaluation", *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, New York, NY.
- (Nielsen, 1995) Nielsen, J. (1995). 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*, 1(1).
- (Nieto,2009) Nieto, I. P. (2009). Una metodología para gestión de la interacción entre los estudiantes, los profesores y el contenido en aplicaciones en línea de aprendizaje híbrido usando modelos conceptuales (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).
- (Norman y Draper, 1986) Norman, D. & Draper, S. (1986) "User centered system design; new perspectives on human-computer interaction", L. Erlbaum Associates Inc.
- (Norman, 1988) Norman, D. (1988) "The Design of Everyday Things", New York: Basic Books, ISBN 978-0-46506710-7.
- (Norman, 1995) Norman, D. (1995). *Advanced TV Standards: Into the Future with Jaunty Air and an Anchor Around our Necks*.
- (Norman, 2000) Norman, D. A. (2000). *Ordenador Invisible*. Paidós.
- (Norman, 2007) Norman, D. A. (2007). *The design of future things: author of the design of everyday things*.
- (Novak, 2010) Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Routledge.
- (Ortiz et al. 2016) Ortiz, L., Aristizabal, A., & Caraballo, F. (2016). UML diagramming software: Definition of accessibility criteria required for the construction of diagrams by visually impaired users *Software de diagramado de UML: Definición de criterios de accesibilidad necesarios para la construcción de diagramas por usuarios con limitación visual*. *Actas de Ingeniería*, 2, 344-351.
- (Paganelli y Paternò, 2002) Paganelli, L. & Paternò, F. (2002). Intelligent analysis of user interactions with web applications. *Proc. of the 7th international conference on Intelligent User Interfaces*, págs. 111-118.

- (Paiva y Machado, 2002) Paiva, A., & Machado, I. (2002). Lifelong training with Vincent, a web-based pedagogical agent. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, 12(1), 254-266.
- (Pareto, 2010) Pareto, L. (2010). A teachable agent game for elementary school mathematics promoting causal reasoning and choice. In *Proc. First Int'l Workshop Adaptation and Personalization in EB/Learning Using Pedagogic Conversational Agents (APLEC'10)* (pp. 13-19).
- (Pareto et al. 2011) Pareto, L., Arvemo, T., Dahl, Y., Haake, M., & Gulz, A. (2011). A Teachable-Agent arithmetic game's effects on mathematics understanding, attitude and self-efficacy. In G. Biswas, S. Bull, J. Kay, & A. Mitrovic (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 247–255). Heidelberg, Germany: Springer.
- (Pareto et al. 2012) Pareto, L., Haake, M., Lindström, P., Sjödén, B. & Gulz, A. (2012). A Teachable-Agent-Based Game Affording Collaboration and Competition: Evaluating Math Comprehension and Motivation. *Journal of Educational Technology Research & Development*, 60(5), 723-751.
- (Pareto, 2014) Pareto, L. (2014). A teachable agent game engaging primary school children to learn arithmetic concepts and reasoning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(3), 251-283.
- (Paulus et al. 2006) Paulus, T. M., Horvitz, B., & Shi, M. (2006). 'Isn't it just like our situation?' Engagement and learning in an online story-based environment. *Educational Technology Research and Development*, 54(4), 355-385.
- (Pérez-Marín, 2010) Pérez-Marín, D. (2010). *Uso de agentes conversacionales pedagógicos en sistemas de aprendizaje híbrido (b-learning)*.
- (Pérez-Marín y Pascual-Nieto, 2011) Pérez-Marín, D. & Pascual-Nieto, I. (2011). *Conversational Agents and Natural Language Interaction: Techniques and Effective Practices*. IGI Global.
- (Pérez-Marín y Salmerón, 2014) Pérez-Marín, D. & Salmerón, L. (2014). *When Human-Computer Interaction meets Blended Learning and Heuristics are not Enough: Evaluating the usability with Field Observation and Interviews*. In Press, Nova Publishing.
- (Perfetti, 2005) Perfetti, C. (2005). 5-second tests: Measuring your site's content pages. Retrieved, 6(19), 2014.
- (Person y Graesser 2000) Person, N. K., & Graesser, A. C. (2000). *Designing AutoTutor to be an effective conversational partner*.
- (Piatetsky-Shapiro, 1991) Piatetsky-Shapiro, G. (1991). Knowledge Discovery in Real Databases: A Report on the IJCAI-89 Work-shop. *AI Magazine* 11(5): 68–70.
- (Preece, 1994) Preece, J. (1994). *Human-computer interaction*. Reading, MA: Addison-Wesley.

- (Preece, 1999) Preece, P. F. (1999). Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. *British Journal of Educational Psychology*, 69, 128.
- (Preece et al. 2002) Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. New York, NY: J. Wiley & Sons.
- (Quinlan, 1986) Quinlan, J. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1):81–106, 1986.
- (Quinlan, 1993) Quinlan, J. (1993). *C4.5: Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1993.
- (Reategui y Moraes, 2006) Reategui, E. B., & Moraes, M. C. (2006). Agentes pedagógicos animados. *Novas Tecnologias na Educação*, 4(2), 1-10.
- (Reategui et al. 2007) Reategui, E., Polonia, E., & Roland, L. (2007). The role of animated pedagogical agents in scenario-based language e-learning: a case-study. In *Conference ICL2007, September 26-28, 2007* (pp. 7-pages). Kassel University Press.
- (Rivera y Mosquera, 2015) Rivera Velasco, D. C., & Mosquera Fernández, V. D. (2015). Prototipo funcional basado en agentes pedagógicos para la enseñanza y aprendizaje de la algoritmia básica.
- (Rodeiro, 2001) Rodeiro, J. (2001). *Representación y Análisis de la componente visual de la interfaz de usuario*. Tesis doctoral. Universidad de Vigo.
- (Rodil, 2015) Rodil, N. (2015). *Psicología y Agentes Conversacionales, ¿cómo se relacionan?*. Universidad Rey Juan Carlos I.
- (Roig-Vila, 2007) Roig-Vila, R. (2007). Internet aplicado a la educación: webquest, wiki y weblog. *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*, 223-243.
- (Roig-Vila, 2010) Roig-Vila, R. (2010). Innovación educativa e integración de las TIC: un tándem necesario en la sociedad de la información.
- (Ryokai et al. 2003) Ryokai, K., Vaucelle, C., & Cassell, J. (2003). Virtual peers as partners in storytelling and literacy learning, *Journal of computer assisted learning*, 19(2), 195-208.
- (Ryu y Baylor, 2005) Ryu, J. & Baylor, A. (2005). The Psychometric Structure of Pedagogical Agent Persona. *Technology, Instruction, Cognition & Learning (TICL)*.
- (Salazar, 2016). Salazar, J. (2016). "Big Data en la educación", *Revista Digital Universitaria*, 17(1).
- (Saltiveri, 2007) Saltiveri, G. (2007). *MPLu+ a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares*. Universitat de Lleida.
- (Sánchez, 2011) Sánchez, J. (Septiembre, 2011). Diseño Centrado en el Usuario, no solo usabilidad, revista multidisciplinar sobre diseño, personas y tecnología, ISSN 1886-8592.
- (Schneiderman, 1986) Schneiderman, B. (1986). Eight golden rules of interface design.

- (Schroeder et al. 2013) Schroeder, N. L., Adesope, O. O., & Gilbert, R. B. (2013). How effective are pedagogical agents for learning? A meta-analytic review. *Journal of Educational Computing Research*, 49(1), 1-39.
- (Schwartz, 1999) Schwartz, D. (1999). The productive agency that drives collaborative learning. *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*, 197--218.
- (Sharp et al. 2007) Sharp, H., Rogers, Y., & Preece, J. (2007). *Interaction design: beyond human-computer interaction*.
- (Shiffman, 2012). Shiffman, D. (2012). *The Nature of Code: Simulating Natural Systems with Processing*.: *The Nature of Code*. GA2013–XVI Generative Art Conference.
- (Sjödén et al. 2011) Sjödén, B., Silvervarg, A., Haake, M., & Gulz, A. (2011). Extending an Educational Math Game with a Pedagogical Conversational Agent: Facing Design Challenges. In *Interdisciplinary Approaches to Adaptive Learning. A Look at the Neighbours* (pp. 116-130). Springer Berlin Heidelberg.
- (Smith, 1996) Smith, W. J. (1996). *ISO and ANSI ergonomic standards for computer products: A guide to implementation and compliance*. Prentice-Hall, Inc.
- (Smith et al. 1999) Smith, T., Affleck, G., Lees, B., & Branki, C. (1999). Implementing a generic framework for a web-based pedagogical agent. In *Annual Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Conference*, Brisbane, Queensland.
- (Solomos y Avouris, 1999) Solomos, K., & Avouris, N. (1999). Learning from multiple collaborating intelligent tutors: An agent-based approach. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(3/4), 243–262.
- (Strayer, 2012) Strayer, J. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments Research*, 15(2), 171-193.
- (Tamayo-Moreno, 2012) Tamayo-Moreno (2012). *Propuesta de Desarrollo Centrado en el Usuario de un Agente Conversacional Pedagógico para la Comprensión Lectora de Ejercicios de Matemáticas a nivel escolar*. Máster Universitario en Investigación en Sistemas Hardware y Software Avanzados de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2012a) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2012a). Towards the Development of a Reading Comprehension Conversational Agent for Children applying User-Centered Design Techniques for Teachers and Students. *Workshop and Poster Proceedings of UMAP 2012, Volumen 872, CEUR-WS*.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2012b) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2012b). *Propuesta de Agente para la Comprensión Lectora. Aplicado a la Resolución de Ejercicios de Matemáticas*. *Actas del Simposio Internacional en Informática Educativa (SIIE)*, 251-254.



- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2012c) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2012c). An Agent Proposal for Reading Understanding. Applied to the Resolution of Maths problems. IEEE Xplore.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2013) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2013). Análisis de la experiencia de uso de un agente de comprensión lectora con niños en edad escolar. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 14(2), 403-429.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2014) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2014). Diseño y gestión de diálogos educativos en agentes pedagógicos conversacionales para uso escolar. *Aplicaciones multidisciplinares de sistemas de diálogo*. López-Cózar Delgado, Ramón (Ed.), Coca.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016a) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2016a). Analizando la interacción de estudiantes de educación Infantil y Primaria con un agente conversacional. *Proceedings of Ikasnabar-GUIDE 2016, 9th International Conference*. Gorka J. Palazio (ed.), servicio editorial de la Universidad del País Vasco.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016b) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2016b). Adaptando el diseño y la metodología de uso de un Agente Conversacional Pedagógico de Educación Secundaria a Educación Infantil. *Actas del Simposio Internacional en Informática Educativa (SIIE)*, Francisco José García-Peñalvo; Antonio José Mendes (Eds.), Ediciones Universidad Salamanca, 415-423.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016c) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2016c). Adapting the design and the use methodology of a Pedagogical Conversational Agent of Secondary Education to Childhood Education.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2016d) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2016d). Diseño e Integración en el Aula de Primaria de Agentes Pedagógicos Conversacionales. *Actas de las Jornadas de Innovación y TIC Educativa (JITICE)*. In press.
- (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2017) Tamayo-Moreno, S & Pérez-Marín, D. (2017). Designing and Evaluating Pedagogic Conversational Agents to Teach Children. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. Vol 11, no 3, 488-493 19th International Conference on e-Education and e-Learning. (ICEEEL 2017). World Academy Of Science, Engineering and Technology WASET. Madrid, Spain.
- (Tatar et al. 2013) Tatar, D., Sacarea, C. and Kapetanios, E. (2013). *Natural Language Processing: Semantic Aspects*. November 14, 2013 by CRC Press ISBN 9781466584969
- (Theodoridou y Yerasimou, 2008) Theodoridou, K. & Yerasimou, T. (2008). "Learning spanish with "laura": The role of an intelligent agent in a spanish language course," in *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, vol. 2008, no. 1, 2008, pp. 4907– 4912.

- (Theodoridou, 2009) Theodoridou, K. D. (2009). Learning with Laura: Investigating the effects of a pedagogical agent on Spanish lexical acquisition.
- (Thimbleby, 1990) Thimbleby, H. (1990). User interface design. ACM.
- (Tognazzini, 2003) Tognazzini, B. (2003). First principles of interaction design. AskTOG.
- (Travis, 2011) Travis, D. (2011) "ISO 13407 is dead. Long live ISO 9241-210".
- (Troncoso, 2005) Troncoso Pantoja, B. (2005). Aplicaciones de agentes pedagógicos en entornos virtuales para la enseñanza. In V Congreso Internacional Virtual de Educación.
- (Ur y VanLehn, 1995) Ur, S., & VanLehn, K. (1995). Steps: A simulated, tutable physics student. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 6(4), 405–435.
- (VanLehn et al. 2007) VanLehn, K., Graesser, A. C., Jackson, G. T., Jordan, P., Olney, A., & Rosé, C. P. (2007). When are tutorial dialogues more effective than reading?. *Cognitive science*, 31(1), 3-62.
- (Van Vuuren, 2007) Van Vuuren, S. (2007). Technologies that empower pedagogical agents and visions for the future. *Educational Technology*, 47(1), 4-10.
- (Vargas, 2016) Vargas, P. (2016) Los agentes conversacionales pedagógico en la Educación Física., Master's thesis, Universidad Rey Juan Carlos.
- (Vázquez, 2001) Vázquez, Y. (2001). Educación basada en competencias. *Educación: revista de educación nueva época*, 16, 1-29.
- (Veletsianos et al. 2008) Veletsianos, G., Scharber, C., & Doering, A. (2008). When sex, drugs, and violence enter the classroom: Conversations between adolescent social studies students and a female pedagogical agent. *Interacting with Computers*, 20(3), 292-301.
- (Veletsianos y Miller, 2008) Veletsianos, G., & Miller, C. (2008). Conversing with Pedagogical Agents: A Phenomenological Exploration of Interacting with Digital Entities. *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 969-986.
- (Veletsianos et al. 2009) Veletsianos, G., Miller, C. & Doerin, A. (2009). "Enali: A Research and Design Framework for Virtual Characters and Pedagogical Agents" *Journal of Educational Computing Research*. Vol 41, Issue 2, pp. 171 – 194, October-06.
- (Weiss y Indurkha, 1998) Weiss, S. M., & Indurkha, N. (1998). *Predictive data mining: a practical guide*. Morgan Kaufmann.
- (Wharton, 1992) Wharton, C. (1992). *Cognitive Walkthroughs: Instructions, Forms and Examples*. Institute of Cognitive Science. Technical Report CU-ICS-92-17. University of Colorado, Boulder.
- (Wharton et al. 1994) Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994, June). The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. In *Usability inspection methods* (pp. 105-140). John Wiley & Sons, Inc.
- (Witten y Frank, 2011) Witten, I. & Frank, E. (2011). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques* Morgan Kaufmann.

- (Wixon et al. 1994) Wixon, D., Jones, S., Tse, L., & Casaday, G. (1994, June). Inspections and design reviews: framework, history and reflection. In Usability inspection methods (pp. 77-103). John Wiley & Sons, Inc.
- (Yee et al. 2007) Yee, N., Bailenson, J.N., Urbanek, M., Chang, F., & Merget, D. (2007). The Unbearable.
- (Yee y Bailenson, 2007) Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior, Human Communication Research 33, 3.
- (Zapata y Mesa, 2009) Zapata, C. M., & Mesa, J. E. (2009). Los modelos de diálogo y sus aplicaciones en sistemas de diálogo hombre-máquina: revisión de la literatura. Dyna, 76(160), 305-315.
- (Ziegahn, 2001) Ziegahn, L. 'Talk' about culture online: The potential for transformation. Distance Education, v. 22, n.1, pp. 144-150, 2001.

## *Referencias web*

HTTP1: IBM Rational software. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

[https://www.ibm.com/software/rational?S\\_TACT=105AGY59&S\\_CMP=13&ca=dtl-13](https://www.ibm.com/software/rational?S_TACT=105AGY59&S_CMP=13&ca=dtl-13)

HTTP2: Introducción a Rational. Conozca las herramientas de entrega de software y la plataforma integrada para administrar la entrega de software y sistemas de IBM Rational. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

[https://www.ibm.com/developerworks/ssa/rational/newto/?S\\_TACT=105AGY80&S\\_CMP=GRMEX&ca=dgr-es-wikipe03](https://www.ibm.com/developerworks/ssa/rational/newto/?S_TACT=105AGY80&S_CMP=GRMEX&ca=dgr-es-wikipe03)

HTTP3: Proceso Unificado Racional. Alejandro Luna Villagrana. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://proceso-unificado-racional.blogspot.com.es/>

HTTP4: Autotutor. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://ace.autotutor.org/IISAutotutor/index.html>

HTTP 5: iELA The International E-Learning Association. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.ielassoc.org/>

HTTP 6: ADIE Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://adie.es/>

HTTP 7: International Conference on Education and Information Technology (ICEIT'16). World Congress on Engineering & Computer Science. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.iaeng.org>

HTTP8: CSEDU 9 International Conference on Computer supported Education. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.csedu.org>

HTTP9: AIPO Asociación Interacción persona-ordenador. Promoción de la Interacción Persona-Ordenador, la usabilidad y el diseño centrado en el usuario. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://aipo.es/>

HTTP10: El aprendizaje móvil. Las TIC en la educación. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/>

HTTP11: AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>

HTTP12: AIPO España Sistemas Interactivos e Interacción Persona Ordenador. Asociación Interacción Persona-Ordenador. Blog para la promoción de la Interacción persona ordenador, Experiencia de Usuario y Diseño Centrado en el Usuario. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.aipoblog.es/2013/01/sistemas-interactivos-e-interaccion.html>

HTTP13: IPO Special Interest Group in Computer Human Interaction. Association for Computer Machinery (ACM). Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://sighci.org/>

HTTP14: Balsamiq Mockups. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<https://balsamiq.com/>

HTTP15: Cen European Committee for Standardization. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.cen.eu/Pages/default.aspx>

HTTP16: DAMSL. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://annotation.exmaralda.org/index.php/DAMSL>

HTTP17: SWBDDAMSL. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.stanford.edu/~jurafsky/manual.august1.html>

HTTP18: Enlace a dropbox con material relativo a este trabajo, al que se hace referencia en el texto. La localización de la información sigue la misma estructura que la memoria: Capítulo X/Apartado X.Y/Apartado X.Y.Z/Documentos. Además, contiene un documento explicativo del contenido y localización exacta del mismo en la carpeta. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<https://www.dropbox.com/sh/16f42zm673shpr7/AACuBiHMmYV0778qazd3qIH6a?dl=0>

HTTP19: Se proporcionan los datos de acceso al agente Dr. Roland, tanto el enlace como claves para cada uno de los niveles. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

Enlace: <http://toshi.escet.urjc.es:8080/agente>

Claves de acceso:

*Secundaria* (Usuario, contraseña): (1a2b,qasw), (3e4r,poij), (4r5t,mlko), (3jk9,fdhm),  
(3d4r,kuhy)

*Primaria*: (Usuario, contraseña): (56yt,gdeq), (678k,dedg), (6t54,dgeq), (5553,gted),  
(dede,fedr)

*Infantil*: (Usuario, contraseña): (5t6y,feda), (56yh,vfbg), (678j,scsc), (5rfg,csca), (efee,loph)

HTTP20: Gartner Business Intelligence. IT Glossary. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.gartner.com/it-glossary/business-intelligence-bi/>

HTTP21: Fleming. Adaptive Learning Technology: What It Is, Why It Matters, Eduventures, April. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.eduventures.com/2014/04/adaptive-learning-technology-matters/>

HTTP22: SIGCHI Special Interest Group in Computer Human Interaction. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.sigchi.org/>

HTTP23: Interaction Specialist Human Computer Interaction group of BCS. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.bcs.org/category/14297>

HTTP24: Manchón, E. Evaluación heurística (o por expertos) de la usabilidad. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

[http://www.alzado.org/articulo.php?id\\_art=74](http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=74).

HTTP25: Weka, University of Waikato, New Zealand Rep. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

HTTP26: ISO 13407:1999. Human-centred design processes for interactive systems. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=21197](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=21197)

HTTP27: ISO/IEC 9126-1. Software engineering Product quality — Part 1: Quality model, 2001. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<https://www.iso.org/standard/22749.html>

HTTP28: ISO 9241-210:2010 - Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centered design for interactive systems. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=52075](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52075)

HTTP29: Real Academia Española. Diccionario de la lengua española (23.aed.). Madrid, España, Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<http://dle.rae.es/?w=diccionario>

HTTP30: XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa SIE 2016, Septiembre 13-16.

Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<https://siei2016.adie.es/>

HTTP31: Federation of American Scientists. Harnessing the power of video games for learning. Summit on Educational Games. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

[https://fas.org/programs/itp/policy\\_and\\_publications/summit/Summit%20on%20Educational%20Games.pdf](https://fas.org/programs/itp/policy_and_publications/summit/Summit%20on%20Educational%20Games.pdf)

HTTP32: ISO/DIS 9241-11.2 Ergonomics of human-system interaction -- Part 11: Usability: Definitions and concepts. Última fecha de consulta: 20-04-2017.

<https://www.iso.org/standard/63500.html>

# Apéndice A

## Cuestionarios

Se presentan en este Apéndice los **cuestionarios** realizados en el marco de este trabajo a profesores y estudiantes para la evaluación cualitativa de diferentes aspectos relacionados con la educación, tecnología y los agentes conversacionales pedagógicos para los niveles de Educación Secundaria, Primaria e Infantil.

### A.1 Educación Secundaria

#### A.1.1 Cuestionario de los estudiantes

**Cuestionario de opinión (17-04-2012)/ Cuestionario de opinión (29-05-2012)** (El mismo cuestionario fue entregado a los estudiantes de Secundaria al inicio y al final de la experiencia)

1. Soy: a) Niña b) Niño
2. ¿Te gustan los ordenadores? a) Sí; b) Me gustan para jugar; c) Un poco; d) No
3. ¿Tienes ordenador en casa? a) Sí; b) Sí pero no funciona; c) No
4. ¿Tienes Internet en casa? a) Sí; b) Sí pero no funciona; c) No
5. ¿Tienes cuenta de correo? a) Sí; b) No pero me gustaría crearme una; c) No y no quiero cuenta de correo, mis padres no me dejan tener correo
6. ¿Te dejan tus padres conectarte a Internet en casa? a) Sí todos los días; b) Sí algunas veces; c) No
7. ¿Sueles usar el ordenador para estudiar en casa? a) Sí, un poquito todos los días; b) A veces; c) No
8. ¿Te gusta estudiar con el ordenador? a) Sí; b) Sí en clase; c) Sí en clase y en casa; d) No
9. ¿Te gustan las Matemáticas? a) Sí, son necesarias y me gustan; b) A veces; c) No, aunque sé que son necesarias, no me gustan; d) No
10. ¿Crees que los enunciados de los ejercicios de Matemáticas son difíciles de comprender? a) Sí; b) A veces; c) No; d) Pienso que.....
11. **Generalmente, suelo entender lo que pide un ejercicio de Matemáticas:**  
a) La primera vez que lo leo; b) A la segunda ya suelo tener una idea de lo que pide; c) Necesito leerlo muchas veces; d) No
12. **Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a entender los ejercicios de Matemáticas, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) cómo te gustaría que fuera:** a) Que el programa sea simpático; b) Que el programa haga gestos con la cara; c) Que el programa haga gestos con el cuerpo; d) Que el programa me diera buenos consejos; e) Que el programa hablara en voz alta; f) Que el programa me animara a seguir

trabajando; g) Que el programa me diga lo que hago mal; h) Que el programa recordara lo que le digo; i) Que el programa tenga forma de niño/a.

**13. ¿Te gustaría que el programa fuera como?**

a) Mis profes; b) Mis padres; c) Mis amigos; d).....

**14. Si no estoy atento, el programa debería** a) No hacer nada; b) Decirme que tengo que estudiar más; c) Mostrarme que si no estudio voy a suspender; d) Decirme que se va a chivar a mis profesores; e) Decirme que se va a chivar a mis padres

**15. ¿Te gustaría que el programa?** a) Tuviera forma de niño; b) Tuviera forma de niña; c) Tuviera forma de perrito / gatito; d) Tuviera forma de muñeco; e) Tuviera forma de robot; e) Tuviera forma de.....

**16. Si no entiendes un ejercicio de Matemáticas, ¿qué te gustaría que hiciera el programa?**

**17. ¿Cuántas veces te gustaría usar el programa a la semana?**

**18. ¿Te gustaría usar el programa en casa? ¿Prefieres usarlo en clase?**

**19. En general, ¿crees que el uso de este programa te puede ser útil?**

## A.2 Educación Primaria

### A.2.1 Cuestionario de opinión de los docentes/estudiantes en prácticas

**1. Sexo:** a) Hombre; b) Mujer

**2. Edad**

**3. ¿Te gustan los ordenadores?** a) Sí; b) No; c) Un poco; d) Me gustan para jugar

**4. ¿Tienes ordenador en casa?** a) Sí; b) Sí pero no funciona; c) No

**5. ¿Tienes internet en casa?** a) Sí; b) Sí pero no funciona, c) No

**6. ¿Tienes cuenta de correo?** a) Sí; b) No; c) No pero me gustaría

**7. ¿Usas internet para documentarte y buscar nuevos recursos para llevar al aula?** a) Sí, todos los días; b) A veces; c) No

**8. ¿Utilizas el ordenador para estudiar/trabajar?** a) Sí; b) Sí, en clase; c) Sí, en clase y en casa; d) No

**9. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa fuera simpático:** 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

**10. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa hiciera gestos con la cara:** 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

**11. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa hiciera gestos con el cuerpo:** 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10



12. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te dé consejos: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
13. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te hable en voz alta: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
14. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te anime a seguir estudiando: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
15. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te diga en qué te has equivocado: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
16. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa recordase tus respuestas previas: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
17. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa tenga forma de ser humano: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10
18. ¿Crees que un sistema que ayuda a repasar puede motivar a estudiar? a) Sí; b) No sé; c) No
19. Si el alumno no está atento el programa debería: a) No hacer nada; b) Llamar la atención del alumno con animación; c) Mostrarle que si no estudia va a suspender; d) Decirle que tiene que estudiar más, e) Decirle que va a enviar un informe a los padres
20. Si el alumno no entiende algo, ¿qué te gustaría que hiciera el programa?
21. ¿Cuántas veces te gustaría usar el programa a la semana? ¿Por qué?
22. ¿Te gustaría que los estudiantes pudiesen usar el programa en casa? ¿Prefieres que lo usen en casa y/o en clase?
23. En general, ¿crees que el uso de este programa te puede ser útil?

## A.2.2 Cuestionario de opinión de los alumnos

1. Soy un: a) Hombre; b) Mujer
2. ¿Cuántos años tienes?
3. ¿Te gustan los ordenadores? a) Sí; b) No; c) Algo
4. ¿Tienes ordenador en casa? a) Sí; b) Sí pero no funciona; c) No
5. ¿Tienes internet en casa? a) Sí; b) Sí pero no funciona; c) No
6. ¿Tienes cuenta de correo? a) Sí; b) No; c) No pero me gustaría
7. ¿Sueles usar el ordenador para estudiar en casa? a) Sí; b) No; c) A veces
8. ¿Te gusta trabajar con las nuevas tecnologías? ¿Por qué?
9. ¿Has utilizado las nuevas tecnologías para saber más de Educación Física? a) Sí; b) No
10. ¿Te ha parecido interesante trabajar con Dr. Roland? ¿Por qué?

11. ¿Te ha ayudado para desarrollar más tu conocimiento sobre el temario? ¿Por qué?
12. ¿Añadirías cambiarías algo? Sugiere opciones para mejorar el agente, si lo ves necesario
13. ¿Has trabajado alguna vez con algún agente?
14. ¿Crees que es interesante aprender más sobre esta asignatura mediante este tipo de aplicación? ¿Por qué?
15. ¿Qué tipo de aplicaciones sueles usar para estudiar o buscar información?
16. ¿Cuáles te gustan más y porqué?

## A.3 Educación Infantil

Datos de la aplicación de MEDIE en Secundaria.

### A.3.1 Cuestionario de opinión de los profesores (Experiencia Inf-1 e Inf-2)

1. Soy un/a: a) Hombre; b) Mujer
2. ¿Cuántos años tienes?
3. ¿Te gustan los ordenadores? a) Sí; b) Me gustan para jugar; c) Un poco; d) No
4. ¿Tienes ordenador en casa? a) Sí; b) Sí, pero casi no lo uso; c) No
5. ¿Tienes Internet en casa? a) Sí; b) Sí, pero casi no lo uso; c) No
6. ¿Tienes cuenta de correo? a) Sí; b) No, pero me gustaría crearme una; c) No y tampoco quiero crearla
7. ¿Sabes lo que es un agente conversacional? a) Sí; b) No
8. ¿Sueles usar el ordenador para investigar en casa sobre contenidos que puedes aplicar en clase? a) Sí, todos o casi todos los días; b) A veces; c) No
9. ¿Has hecho algún curso online o en el que se requiriera el uso del ordenador? Si es así, ¿te ha gustado la experiencia? a) Sí, y me ha gustado; b) Sí, y no me ha gustado; c) No, pero me gustaría; d) No, y tampoco me gustaría
10. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa fuera simpático.
11. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa haga gestos con la cara.
12. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa haga gestos con el cuerpo.
13. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa dé consejos.

14. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa hable en voz alta.
15. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa anime a los alumnos a seguir estudiando.
16. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa diga a los alumnos dónde se han equivocado.
17. Si pudieras tener un programa en el ordenador que te ayudara a impartir la clase, puntúa de 0 (menos importante) a 10 (importancia máxima) la importancia que darías a que el programa tenga forma de ser humano.
18. ¿Crees que un programa de este tipo motivaría a los alumnos a estudiar? a) Sí; b) No sé; c) No
19. Los alumnos pueden usar este programa de forma individual en la hora de informática. Si los alumnos tardan mucho en responder, mostrando que no están atentos, el programa debería... a) No hacer nada; b) Tratar de retomar la atención preguntando otra vez; c) Cambiar de pregunta; d) Poner voz y cara triste
20. Los alumnos pueden usar este programa de forma individual en la hora de informática. Si los alumnos no entienden algo de lo que está explicando, ¿qué te gustaría que hiciera el programa?
21. ¿Cuántas veces te gustaría usar el programa a la semana? ¿Por qué?
22. ¿Te gustaría trabajar con el programa en casa para preparar las clases? a) Sí; b) No
23. En general, ¿crees que el uso de este programa te puede ser útil?

### **A.3.2 Cuestionario de opinión de los profesores (Experiencia Inf-3)**

1. Soy un/a a) Hombre; b) Mujer
2. ¿Cuántos años tienes?
3. ¿Te gustan los ordenadores? a) Sí; b) Un poco; c) No; d) Sí, me gustan para jugar
4. ¿Tienes ordenador en casa? a) Sí; b) Sí, pero no funciona; c) No
5. ¿Tienes internet en casa? a) Sí; b) Sí, pero no funciona; c) No
6. ¿Tienes cuenta de correo? a) Sí; b) No, pero me gustaría crearme una; c) No quiero cuenta de correo
7. ¿Usas internet para documentarte y buscar nuevos recursos para llevar al aula? a) Sí, todos los días; b) A veces; c) No
8. ¿Utilizas el ordenador para trabajar? a) Sí; b) Sí, en clase; c) Sí, en clase y en casa; d) No
9. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa fuera simpático.

10. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa haga gestos con la cara.
11. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa haga gestos con el cuerpo.
12. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te dé consejos.
13. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te hable en voz alta.
14. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te anime a seguir estudiando.
15. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa que te diga en qué te has equivocado.
16. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa te recordase tus opciones previas.
17. Si pudieras tener un programa en el ordenador que ayudara a tus estudiantes a repasar, puntúa de 0 (menos importante) a 10(importancia máxima) la importancia que darías a que el programa tenga forma de ser humano.
18. ¿Crees que un sistema que ayuda a repasar puede motivar a estudiar? a) Sí; b) No sé; c) No
19. Si el alumno no está atento, el programa debería... a) No hacer nada; b) Llamar la atención del niño con animación; c) Decir al niño que tiene que estudiar más; d) Decir que va a enviar un informe a los profesores
20. Si el alumno no entiende algo, ¿qué te gustaría que hiciera el programa?
21. ¿Cuántas veces te gustaría usar el programa a la semana? ¿Por qué?
22. ¿Te gustaría que los estudiantes pudiesen usar el programa en casa? ¿Prefieres que lo usen en casa y/o en clase?
23. En general, ¿crees que el uso de este programa te puede ser útil?

## Apéndice B

### Datos de la aplicación de MEDIE

Se presenta en este Apéndice información relativa a la aplicación de MEDIE para los niveles de Secundaria, Primaria e Infantil. Así como de evaluaciones realizadas en el marco de la misma. La estructuración del Apéndice es por niveles, y dentro de cada uno de ellos, por fases de MEDIE.

Mencionar que están presentes, únicamente, aquellas fases que por razones de espacio han requerido extraer información en este Apéndice. Por tanto, se encuentran datos relativos a las mismas, que han sido generados en el marco de su la aplicación siguiendo MEDIE en el nivel correspondiente. A cada uno de los apartados de este Apéndice y a la información que contienen, se hace referencia en los diferentes puntos a los que pertenecen en el capítulo 4.

#### B.1 Educación Secundaria

Datos de la aplicación de MEDIE en Secundaria.

##### B.1.1 Comunicación con el equipo docente: requisitos

Tabla B.1 Requisitos resultantes de las reuniones para Secundaria

Identificador	Requisito	Fecha/Periodo de establecimiento	Fecha/Periodo de validación	Modo validación
Sec-R1	El sistema está destinado a ser usando para niños de 12 y 13 años y profesores	Mediados de diciembre de 2011	Mediados de diciembre de 2011	Aprobación verbal
Sec-R2	El agente debe constar de las partes del niño y del profesor	Mediados de diciembre de 2011	Mediados de diciembre de 2011	Aprobación verbal
Sec-R3	El sistema debe tener una gestión de ejercicios y de su información en la parte del profesor	Mediados de diciembre de 2011	Mediados de diciembre de 2011	Aprobación verbal

<b>Sec-R4</b>	La apariencia que debe tener la interfaz del profesor es: operaciones generales a realizar que son buscar un ejercicio (una vez encontrado se podrá realizar operaciones sobre él) y añadir nuevos ejercicios	Mediados de diciembre de 2011	Mediados de diciembre de 2011	Prototipo 1 en papel parte profesor
<b>Sec-R5</b>	El algoritmo se centrará en intentar que el alumno comprenda el ejercicio, guiando en el proceso e comprensión	Mediados de diciembre de 2011	Mediados de diciembre de 2011	Primera versión algoritmo
<b>Sec-R6</b>	Los puntos clave que se deben revisar para poder identificar cuándo un estudiante ha comprendido un ejercicio son: frase clave, palabras clave, verbos y pronombres.	Mediados de diciembre de 2011	Sucesivas reuniones, incremental	Primera versión algoritmo
<b>Sec-R7</b>	El agente debe comprobar si el estudiante comprende o no	Mediados de diciembre de 2011	Sucesivas reuniones, incremental	Primera versión algoritmo
<b>Sec-R8</b>	El algoritmo debe ofrecer la posibilidad de recibir ayuda	Mediados de diciembre de 2011	Sucesivas reuniones, incremental	Primera versión algoritmo
<b>Sec-R9</b>	Se tiene que ofrecer ayuda en torno a la identificación de qué es lo que se les pide, verbos y palabras clave y los pronombres	Sucesivas reuniones	Sucesivas reuniones. Confirmación a finales de marzo de 2012	Versión final algoritmo
<b>Sec-R10</b>	Se debe consultar de forma continua de si quiere recibir más ayuda (si se dispone de ella) o resolver el ejercicio	Sucesivas reuniones	Sucesivas reuniones. Confirmación a finales de marzo de 2012	Versión final algoritmo
<b>Sec-R11</b>	En caso de que se acabe la ayuda y el estudiante no comprenda, se tiene que pedir qué no entiende, y remitirle al profesor.	Sucesivas reuniones	Sucesivas reuniones. Confirmación a finales de marzo de 2012	Versión final algoritmo

<b>Sec-R12</b>	Tiene que existir posibilidad de reintentos en las respuestas	Sucesivas reuniones	Sucesivas reuniones. Confirmación a finales de marzo de 2012	Versión final algoritmo
<b>Sec-R13</b>	Se deben comprobar las respuestas	Sucesivas reuniones	Sucesivas reuniones. Confirmación a finales de marzo de 2012	Versión final algoritmo
<b>Sec-R14</b>	El profesor tiene que poder añadir, modificar y borrar información del ejercicio, y hacer búsquedas	Hasta mediados enero de 2012	Mediados enero de 2012	Prototipo 2 de la parte del profesor
<b>Sec-R15</b>	El sistema debe ofrecer al profesor los siguientes modos de búsqueda: enunciado, nivel del ejercicio, tipo, creador, y asignatura.	Hasta mediados enero de 2012	Mediados enero de 2012	Prototipo 2 de la parte del profesor
<b>Sec-R16</b>	El sistema debe ofrecer al profesor, una vez seleccionado modo de búsqueda por enunciado, poder realizar búsqueda por coincidencia con texto insertado. Y si ha seleccionado alguno de los otros cuatro modos restantes, aparecerá una lista desplegable con los diferentes valores para ese tipo.	Hasta mediados enero de 2012	Mediados enero de 2012	Prototipo 2 de la parte del profesor
<b>Sec-R17</b>	El sistema, para añadir un ejercicio, una vez introducido y guardado el enunciado, permitirá generar automáticamente los verbos y pronombres e insertar las palabras clave y frase principal.	Hasta mediados enero de 2012	Mediados enero de 2012	Prototipo 2 de la parte del profesor

<b>Sec-R18</b>	El sistema debe permitir al profesor en un ejercicio editar el enunciado, generar información automáticamente, borrarlo y ver información y ver las preguntas y respuestas	Hasta mediados enero de 2012	Mediados enero de 2012	Prototipo 2 de la parte del profesor
<b>Sec-R19</b>	El agente, para los valores que el procesamiento del lenguaje natural, hasta el momento, no es capaz de generar, (palabras clave, verbos sobre la forma concreta de dar el resultado, y la frase que dice qué es lo que se pide) permitirá al profesor añadirlo, para ello, en cada una de las tablas correspondientes, tendrá un botón añadir, con el que podrá incluir los valores que desee.	Hasta mediados enero de 2012	Mediados enero de 2012	Prototipo 2 de la parte del profesor
<b>Sec-R20</b>	El sistema debe mostrar en una misma interfaz en la parte del profesor todas las operaciones e información relativa a un ejercicio (editar enunciado, borrar ejercicio, generar información automáticamente, ver información y preguntas y respuesta).	finales de enero de 2012	Mediados febrero 2012	Prototipo 3 de la parte del profesor
<b>Sec-R21</b>	El sistema debe incorporar ayuda	finales de enero de 2012	Mediados febrero 2012	Prototipo 3 de la parte del profesor
<b>Sec-R22</b>	El agente en la parte del estudiante tiene que tener una interfaz sencilla, que no distraiga la atención	Finales de febrero de 2012	Mediados de marzo de 2012	Aproximación con prototipo 1 en papel parte estudiante Validación con prototipo 2 de la parte del estudiante



<b>Sec-R23</b>	El agente en la parte del estudiante tiene que tener una imagen estática que no sea llamativa, no distraiga	Mediados de marzo de 2012	Finales de marzo de 2012	Prototipo 3 de la parte del estudiante
<b>Sec-R24</b>	El agente en la parte del estudiante tiene que incorporar una interacción con un modo con el que los estudiantes estén familiarizados	Mediados de marzo de 2012	Finales de marzo de 2012	Prototipo 3 de la parte del estudiante
<b>Sec-R25</b>	El agente en el área de interacción del estudiante incorporará preguntas de introducir texto, que será de tipo chat: introduce texto + intro	Mediados de marzo de 2012	Finales de marzo de 2012	Prototipo 3 de la parte del estudiante
<b>Sec-R26</b>	El agente en el área de interacción del estudiante incorporará preguntas de opciones, para evitar al estudiante tener que recordar: lista desplegable	Mediados de marzo de 2012	Finales de marzo de 2012	Prototipo 3 de la parte del estudiante
<b>Sec-R27</b>	El agente deberá responder siempre al estudiante como corresponde, en función de la situación y acorde a la acción/respuesta del usuario	Hasta finales de marzo de 2012	Finales de marzo de 2012	Prototipo 3 de la parte del estudiante

## B.1.2 Evaluación: Técnicas IPO – Medida de las prestaciones

Tabla B.2 Ev. - Medidas de las prestaciones en Secundaria: medidas por experiencia

Medidas	Experiencia Sec-1: Sesión 1	Experiencia Sec-1: Sesión 2
<b>Número ejercicios hechos en cada sesión</b>	50 ejercicios totales 19 niños 2,63	177 ejercicios totales 19 niños 9,31
<b>Tiempo total de uso por sesión</b>	10	60
<b>Número Ejercicios respondidos correctamente</b>	12 ejercicios totales 19 niños 0,63	60 ejercicios totales 19 niños 3,16
<b>Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos</b>	23,95%	33,94%
<b>Tiempo medio de uso por ejercicio por sesión (minutos)</b>	3,8	6,44
<b>Porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de la ayuda del ejercicio</b>	En 14 ejercicios se ha hecho uso de la ayuda, sobre el total de 50 (28%)	En 24 ejercicios sobre un total de 177 (13,56%)
<b>Porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de reintento en la respuesta</b>	En 27 de 39 que ha intentado resolver de un total de 50 que supone un: 69,23% de los que intentó resolver y un 54% del total	En 57 de 117 que intentaron resolver de un total de 177 que supone un 48,72% de los que intentó resolver y un 32,2% del total
<b>Dificultad en la interacción</b>	Al inicio al introducir las respuestas	No
<b>Porcentaje de ejercicios en los que no entendían lo que se preguntaba</b>	En 14 ejercicios sobre el total de 50 (28%)	En 24 ejercicios sobre un total de 177 (13,56%)
<b>Porcentaje de ejercicios resueltos de voz</b>	No aplica	No aplica
<b>Porcentaje de ejercicios resueltos por teclado</b>	100%	100%

## B.2 Educación Primaria

Datos de la aplicación de MEDIE en Primaria.

### B.2.1 Comunicación con el equipo docente: requisitos

**Tabla B.3 Requisitos resultantes de las reuniones para Primaria**

Identificador	Requisito	Fecha/Periodo de establecimiento	Fecha/Periodo de validación	Modo validación
<b>Prim-R1</b>	El agente podrá ser usado por niños de 11 y 12 años	Septiembre – Octubre	Septiembre – Octubre	Aprobación verbal
<b>Prim-R2</b>	El agente debe incorporar contenido educativo de Educación Física	Septiembre – Octubre	Septiembre – Octubre	Aprobación verbal
<b>Prim-R3</b>	Agente tiene que tener parte del niño para Primaria	Septiembre – Octubre	Septiembre – Octubre	Aprobación verbal
<b>Prim-R4</b>	El agente en su interacción con el usuario, le ofrecerá preguntas tipo test para que responda al ejercicio	Hasta noviembre	Noviembre	Prototipo 4 en papel parte alumno
<b>Prim-R5</b>	El agente deberá tener una parte del alumno con una interfaz sencilla que no distraiga la atención, similar a la de Secundaria: imagen, enunciado y zona de interacción.	Hasta noviembre	Noviembre	Prototipo 4 en papel parte alumno
<b>Prim-R6</b>	El agente para la interacción con el usuario debe emplear un modo con el que los estudiantes estén familiarizados	Hasta noviembre	Noviembre -Abril	Aproximación con prototipo 4 Validación con prototipo 5

<b>Prim-R7</b>	El agente en el área de interacción con el alumno, para preguntas de introducir texto, incorporará preguntas tipo chat: introduce texto + intro	Hasta noviembre	Noviembre -Abril	Aproximación con prototipo 4 Validación con prototipo 5
<b>Prim-R8</b>	El agente en el área de interacción con el alumno incorporará preguntas de opciones en forma de lista desplegable, para evitar que el alumno tenga que recordar	Hasta noviembre	Noviembre -Abril	Aproximación con prototipo 4 Validación con prototipo 5
<b>Prim-R9</b>	El agente debe incorporar el material proporcionado por el profesor	Octubre – Noviembre	Noviembre - Abril	Prototipo 5 del estudiante
<b>Prim-R10</b>	El agente mostrará las posibles respuestas al ejercicio y el estudiante podrá seleccionar la que sea correcta	Noviembre- Abril	Noviembre - Abril	Prototipo 5 del estudiante
<b>Prim-R11</b>	El algoritmo que guía el diálogo y la interacción será el de Secundaria, considerando la adaptación de respuestas a ejercicios modo test. Y teniendo presente que la comprensión, dada la característica de los enunciados cortos y directos, no cobra importancia	Sucesivas comunicaciones	Sucesivas comunicaciones – abril	Versión final algoritmo Prototipo 6
<b>Prim-R12</b>	El agente en la parte del alumno incorporará una imagen estática	Noviembre- Abril	Noviembre -Abril	Validación con prototipo 5
<b>Prim-R13</b>	El agente informará del resultado al alumno cuando seleccione una respuesta, se le informa del resultado. Aparecerá en verde las opción correcta y en rojo las incorrectas.	Noviembre- Abril	Noviembre -Abril	Prototipo 6 parte alumno

<b>Prim-R14</b>	El agente en la parte del alumno incorporará una imagen relacionada con el baloncesto	Noviembre- Abril	Noviembre -Abril	Prototipo 6 parte alumno
<b>Prim-R15</b>	El agente deberá responder siempre al estudiante como corresponde, en función de la situación y acorde a la acción/respuesta del usuario	Sucesivas comunicacion es	A Noviembre -Abril	Prototipo 6 parte alumno

## B.2.2 Evaluación: Técnicas IPO – Medida de las prestaciones

Tabla B.4 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Primaria: medidas por experiencia

Medidas	Experiencia Pri-1. Sesión 1	Experiencia Pri-2. Sesión 1	Experiencia Pri-2. Sesión 2
Número Ejercicios hechos en cada sesión	14	10	13
Tiempo total de uso por sesión	35	25	30
Número Ejercicios respondidos correctamente	9	7	10
Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos	64,28%	70%	76,9%
Tiempo medio de uso por ejercicio por sesión (minutos)	2,5	2,5	2,31
Porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de la ayuda del ejercicio	35,7%	30%	23,1%
Porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de reintento en la respuesta	35,7%	30%	23,1%
Dificultad en la interacción (si/no)	Al inicio	Al inicio	No
Porcentaje de ejercicios en los que no entendían lo que se preguntaba	0%	0%	0%
Porcentaje de ejercicios resueltos de voz	No aplica	No aplica	No aplica
Porcentaje de ejercicios resueltos por teclado	100%	100%	100%

## B.3 Educación Infantil

Datos de la aplicación de MEDIE en Infantil.

### B.3.1 Comunicación con el equipo docente: requisitos

Tabla B.5 Requisitos resultantes de las reuniones para Infantil

Identificador	Requisito	Fecha/Periodo de establecimiento	Fecha/Periodo de validación	Modo validación
Inf-R1	El agente tendrá que poder ser usado por niños de Infantil de 2 a 5 años	Hasta 20 de febrero de 2015	20 de febrero de 2015	Aprobación verbal
Inf-R2	Agente constará de la parte del niño para Infantil	Hasta 20 de febrero de 2015	20 de febrero de 2015	Aprobación verbal
Inf-R3	El agente en la parte del alumno tendrá una interfaz llamativa, que capte la atención	Hasta 20 de febrero de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
Inf-R4	El agente en la parte del alumno incorporará una imagen atractiva y simpática para los niños	Hasta mediados de Marzo de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
Inf-R5	El agente en la parte del alumno tendrá elementos multimedia: imágenes y vídeos	Hasta 20 de febrero de 2015	20 de febrero de 2015	Prototipo 7 en papel
Inf-R6	El agente en la parte del alumno permitirá la posibilidad de interactuar por voz o teclado	20 de febrero de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
Inf-R7	El agente mostrará junto al texto del enunciado el material que lo complementa.	20 de febrero de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
Inf-R8	El sistema permitirá ajustar todos los videos que se muestren	Hasta mediados de Marzo de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8

<b>Inf-R9</b>	El agente tendrá dos temáticas: animales y naturaleza	Hasta 20 de febrero de 2015	20 de febrero de 2015	Aprobación verbal
<b>Inf-R10</b>	El agente incorpora el contenido proporcionado por las estudiantes en prácticas.	Hasta mediados de Marzo de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
<b>Inf-R11</b>	El agente irá mostrando al estudiante en cada caso únicamente las opciones para que responda, acorde al caso y a su acción previa	Sucesivas comunicaciones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R12</b>	El agente será flexible en el modo de comunicar información del agente al niño	Sucesivas comunicaciones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R13</b>	El agente se podrá comunicar por voz, ajustable	Sucesivas comunicaciones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R14</b>	El agente incorporará opciones de activación /desactivación del audio y texto escrito	Mediados de Marzo de 2015	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R15</b>	El agente en los casos en los que el estudiante no sabe lo que tiene que hacer, mostrará la opción para que pueda seleccionar ayuda	20 de febrero de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
<b>Inf-R16</b>	El agente deberá mostrar al alumno ayuda si el ejercicio la tiene disponible y el estudiante la solicita	20 de febrero de 2015	Mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8
<b>Inf-R17</b>	El agente debe permitir los modos de resolución por voz y por teclado, si el ejercicio dispone de ambas opciones	Sucesivas reuniones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9

<b>Inf-R18</b>	El agente mostrará un teclado si se selecciona el modo de resolución por teclado	Sucesivas reuniones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R19</b>	El agente debe permitir para el modo de resolución por voz, que la validación sea realizada por la profesora, y le indique (al agente) la respuesta	Sucesivas reuniones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R20</b>	El agente, en caso de que se responda incorrectamente deberá informar de ello y ofrecer la posibilidad de resolver de nuevo	Sucesivas reuniones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R21</b>	El agente deberá ofrecer al alumno la posibilidad de mostrarle el resultado, en caso de que éste no quiera resolver de nuevo	Sucesivas reuniones	Finales de abril de 2015	Prototipo 9
<b>Inf-R22</b>	El agente, una vez terminado un ejercicio, se preguntará si quiere hacer otro ejercicio, mostrando uno nuevo si la respuesta es sí. Y despidiéndose del alumno si la respuesta es no	Sucesivas reuniones	Hasta mediados de Marzo de 2015	Prototipo 8



### B.3.2 Evaluación: Técnicas IPO – Medida de las prestaciones

Tabla B.6 Evaluación - Medidas de las prestaciones en Infantil: medidas por sesión

Medidas	Exp Inf-1: sesión 1	Exp Inf-1: sesión 2	Exp Inf-1: sesión 3	Exp Inf-2: sesión 1	Exp Inf-2: sesión 2	Exp Inf-3: sesión 1	Exp Inf-3: sesión 2
Número Ejercicios hechos en cada sesión	4	5	8	8	8	8	8
Tiempo total de uso por sesión	10	15	15	35	30	30	45
Número Ejercicios respondidos correctamente	3	4	8	6	7	4	6
Porcentaje de ejercicios respondidos correctamente sobre el total hechos	75%	80%	100%	75%	87,5%	50%	75%
Tiempo medio de uso por ejercicio por sesión (minutos)	2,5	3	1,875	5,83	4,286	7,5	7,5
Porcentaje de ejercicios en los que se ha hecho uso de la ayuda del ejercicio	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Uso de reintento en la respuesta	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Dificultad en la interacción (sí/no)	No	No	No	Al inicio	No	Al inicio	No

Porcentaje de ejercicios en los que no entendían lo que se preguntaba	0%	0%	0%	No entendieron en 2 ejercicios (que suponen el 25%) pero con la ayuda y la profesora entendieron	0%	No entendieron en 3 ejercicios (que suponen el 37,5%) pero con la ayuda y la profesora entendieron	0%
Porcentaje de ejercicios resueltos de voz	100%	60%	37,5%	62,5%	50%	75%	50%
Porcentaje de ejercicios resueltos por teclado	0%	40%	62,5%	37,5%	50%	25%	50%

### B.3.3 Evaluación: Técnicas Big Data - Aplicación de KDDIAE

En este apartado se muestran los resultados de la aplicación de los algoritmos EM y Cobweb en el marco de la aplicación de KDDIAE.

```

EM
==
Number of clusters selected by cross validation: 2
Number of iterations performed: 1

Attribute          Cluster          Cluster
                   0              1
                   (0.3)         (0.7)
=====
duration-ejercicio
  mean              173.2312      56.6569
  std. dev.         190.8394      50.8877

numero-acciones-usuario-agente
  mean              11.7267       6.6645
  std. dev.         4.9848        0.867

tiempo-medio-entre-acciones
  mean              13.8772       8.3563
  std. dev.         8.0927        7.3535

tipo-interacción
  voice             8.6799        22.3201
  keyboard          4.003         4.997
  [total]           12.6829       27.3171
ayuda
  yes               10.6797       6.3203
  no                2.0032        20.9968
  [total]           12.6829       27.3171

comprension-inicial
  yes               2.0537        23.9463
  no                10.6292       3.3708
  [total]           12.6829       27.3171
finalizacion-ejercicio
  yes               9.6819        25.3181
  no                3.001         1.999
  [total]           12.6829       27.3171
resolucion
  yes               10.6829       26.3171
  no                1             1
  na                2             1
  [total]           13.6829       28.3171
resolucion-correcta
  yes               8.6819        25.3181
  no                3.001         1.999
  na                2             1
  [total]           13.6829       28.3171
intentos-resolucion
  mean              1.5618        1.0394
  std. dev.         0.7878        0.1946

comprension-despues-ayuda
  yes               9.6795        3.3205
  no                1             1
  na                3.0034        23.9966
  [total]           13.6829       28.3171

```

Figura B.1 Resultado de la aplicación del algoritmo EM (Parte 1)

```

continucion-trabajo-con-agente
yes          9.6322 23.3678
no           3.0507  3.9493
[total]     12.6829 27.3171
explicacion-resolucion
yes          4.003   3.997
no           8.6799 23.3201
[total]     12.6829 27.3171
visualizacion-respuesta-correcta
yes          2       1
no           9.6829 26.3171
na           2       1
[total]     13.6829 28.3171

Time taken to build model (full training data) : 0.06 seconds

=== Model and evaluation on training set ===

Clustered Instances

0      8 ( 22%)
1     28 ( 78%)

```

**Figura B.2 Resultado de la aplicación del algoritmo EM (Parte 2)**

```

=== Model and evaluation on test split ===
Number of merges: 3
Number of splits: 1
Number of clusters: 22

node 0 [16]
| node 1 [2]
| | leaf 2 [1]
| node 1 [2]
| | leaf 3 [1]
node 0 [16]
| node 4 [10]
| | node 5 [7]
| | | leaf 6 [1]
| | node 5 [7]
| | | leaf 7 [1]
| | node 5 [7]
| | | node 8 [4]
| | | | leaf 9 [3]
| | | node 8 [4]
| | | | leaf 10 [1]
| | node 5 [7]
| | | leaf 11 [1]
| node 4 [10]
| | node 12 [3]
| | | leaf 13 [1]
| | node 12 [3]
| | | leaf 14 [1]
| | node 12 [3]
| | | leaf 15 [1]

node 0 [16]
| node 16 [4]
| | node 17 [3]
| | | leaf 18 [1]
| | node 17 [3]
| | | leaf 19 [1]
| | node 17 [3]
| | | leaf 20 [1]
| node 16 [4]
| | leaf 21 [1]

Time taken to build model (percentage split) : 0 seconds

Clustered Instances

4      2 ( 10%)
5      5 ( 25%)
7      1 (  5%)
8      2 ( 10%)
9      2 ( 10%)
11     1 (  5%)
13     1 (  5%)
16     3 ( 15%)
17     2 ( 10%)
19     1 (  5%)

```

**Figura B.3 Resultado de la aplicación del algoritmo Cobweb**

### B.3.4 Evaluación: Técnicas Big Data - Aplicación de BIDA E

En este apartado se muestran los resultados de la aplicación del árbol de decisión C4.5 en el marco de la aplicación de BIDA E.

**Tabla B.7 Características y variables para el análisis**

Variable	Características/Información
<b>duration-ejercicio</b>	Duración de cada ejercicio en segundos
<b>numero-acciones-usuario-agente</b>	Número de acciones del agente con el usuario durante la interacción con un ejercicio
<b>tiempo-medio-entre-acciones</b>	Duración del tiempo medio entre acciones en segundos
<b>tipo-interacción</b>	Indica si la interacción se ha producido por teclado o por voz ['voice', 'keyboard']
<b>ayuda</b>	Indica si el usuario ha recibido ayuda
<b>comprensión-inicial</b>	Indica si inicialmente el usuario ha comprendido el ejercicio
<b>finalización-ejercicio</b>	Indica si el usuario ha finalizado el ejercicio, es decir, ha pasado a otro o ha finalizado su trabajo con el agente (usuario y agente se despide)
<b>resolución</b>	Indica si se ha hecho algún intento de resolución del ejercicio, independientemente de si se ha resuelto correctamente o no. ['yes', 'no', 'na'] Siendo na que no aplica
<b>resolución-correcta</b>	Indica si se ha resultado el ejercicio correctamente ['yes', 'no', 'na'] Siendo na que no aplica
<b>intentos-resolución</b>	Número de veces que se ha intentado resolver el ejercicio
<b>comprensión-después-ayuda</b>	Indica si una vez proporcionada la ayuda, el usuario comprende el ejercicio
<b>numero-repetición-ejercicio</b>	Indica en esa interacción el número de veces que se ha intentado el ejercicio (volviendo al inicio del mismo repitiendo el proceso, habiendo permanecido en el mismo ejercicio)
<b>continuación-trabajo-con-agente</b>	Indica si una vez finalizado el ejercicio, continúa trabajando con el agente
<b>explicación-resolución</b>	Indica si el usuario ha recibido la explicación de la resolución del ejercicio
<b>visualización-respuesta-correcta</b>	Indica si el usuario ha visualizado la respuesta correcta del ejercicio

Tabla B.8 Resultados aplicación algoritmo C4. 5

Atributo	Relación	Matriz confusión	Árbol
<b>tipo-interacción</b>	explicacion-resolucion = yes: keyboard (6.0) explicacion-resolucion = no: voice (30.0/1.0) Number of Leaves: 2 Size of the tree : 3	a b <-- classified as 29 0   a = voice 1 6   b = keyboard	<pre>                     graph TD                         A(explicacion-resolucion) -- "= yes" --&gt; B[keyboard (6.0)]                         A -- "= no" --&gt; C[voice (30.0/1.0)]                     </pre>
<b>ayuda</b>	comprensión-después-ayuda = yes: yes (11.0) comprensión-después-ayuda = no: no (0.0) comprensión-después-ayuda = na: no (25.0/4.0) Number of Leaves: 3 Size of the tree: 4	a b <-- classified as 11 4   a = yes 1 20   b = no	<pre>                     graph TD                         A(comprension-despues-ayuda) -- "= yes" --&gt; B[yes (11.0)]                         A -- "= no" --&gt; C[no (0.0)]                         A -- "= na" --&gt; D[no (25.0/4.0)]                     </pre>
<b>comprensión-inicial</b>	comprensión-después-ayuda = yes: no (11.0/1.0) comprensión-después-ayuda = no: yes (0.0) comprensión-después-ayuda = na: yes (25.0/2.0) Number of Leaves : 3 Size of the tree: 4	a b <-- classified as 23 1   a = yes 2 10   b = no	<pre>                     graph TD                         A(comprension-despues-ayuda) -- "= yes" --&gt; B[no (11.0/1.0)]                         A -- "= no" --&gt; C[yes (0.0)]                         A -- "= na" --&gt; D[yes (25.0/2.0)]                     </pre>
<b>finalización-ejercicio</b>	intentos-resolución <= 2: yes (34.0/1.0) intentos-resolución > 2: no (2.0) Number of Leaves: 2 Size of the tree: 3	a b <-- classified as 33 0   a = yes 3 0   b = no	<pre>                     graph TD                         A(intentos-resolucion) -- "&lt;= 2" --&gt; B[no (34.0)]                         A -- "&gt; 2" --&gt; C[yes (2.0/1.0)]                     </pre>
<b>resolución</b>	: yes (36.0/1.0) Number of Leaves: 1 Size of the tree : 1	a b c <-- classified as 35 0 0   a = yes 0 0 0   b = no 1 0 0   c = na	<pre>                     graph TD                         A[yes (36.0/1.0)]                     </pre>

<b>resolución- correcta</b>	finalización-ejercicio = yes: yes (33.0/1.0) finalización-ejercicio = no: no (3.0/1.0) Number of Leaves : 2 Size of the tree : 3	a b c <-- classified as 32 0 0   a = yes 1 2 0   b = no 0 1 0   c = na	
<b>continuación- trabajo-con- agente</b>	duration-ejercicio <= 196: yes (34.0/3.0) duration-ejercicio > 196: no (2.0) Number of Leaves: 2 Size of the tree : 3	a b <-- classified as 30 1   a = yes 5 0   b = no	
<b>explicacion- resolucion</b>	tipo-interacción = voice: no (29.0) tipo-interacción = keyboard: yes (7.0/1.0) Number of Leaves : 2 Size of the tree : 3	a b <-- classified as 6 0   a = yes 1 29   b = no	
<b>comprensión- después- ayuda</b>	ayuda = yes   numero-acciones-usuario-agente <= 7: na (3.0)   numero-acciones-usuario-agente > 7: yes (12.0/1.0) ayuda = no: na (21.0) Number of Leaves: 3 Size of the tree: 5	a b c <-classified as 10 0 1   a = yes 0 0 0   b = no 2 0 23   c = na	
<b>visualización- respuesta- correcta</b>	intentos-resolución <= 2: no (34.0) intentos-resolución > 2: yes (2.0/1.0) Number of Leaves: 2 Size of the tree : 3	a b c <-classified as 0 1 0   a = yes 0 34 0   b = no 0 1 0   c = na	



