



## TESIS DOCTORAL

**MEDIE\_LECOE: propuesta de metodología para la integración de emociones en  
Compañeros de Aprendizaje para la enseñanza de la programación en Educación  
Primaria**

Autor:

Elizabeth Katalina Morales Urrutia

Director/es:

Dra. Diana Rosario Pérez Marín  
Dra. M<sup>a</sup> Celeste Pizarro Romero

Programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y Comunicación

Escuela Internacional de Doctorado

2021



**MEDIE\_LECOE: propuesta de metodología para la integración de emociones en  
Compañeros de Aprendizaje para la enseñanza de la programación en Educación  
Primaria**

Elizabeth Katalina Morales Urrutia



Dra. Diana Rosario Pérez Marín, Profesora Titular de la Universidad Rey Juan Carlos, y Dra. María Celeste Pizarro Romero, Profesora Titular de la Universidad Rey Juan Carlos, por medio de la presente, dando por válida la Tesis Doctoral que bajo su codirección se ha realizado por Dña Elizabeth Katalina Morales Urrutia con NIF:/Pasaporte N°:A6608596, que lleva por título: **MEDIE\_LECOE: propuesta de metodología para la integración de emociones en Compañeros de Aprendizaje para la enseñanza de la programación en Educación Primaria**, y considerando que es apta para su defensa ante Tribunal, por medio de la presente, comunican su INFORME FAVORABLE PARA LA DEFENSA de la citada TESIS DOCTORAL.

Y para que así conste a todos los efectos oportunos, emiten el presente informe de Autorización de Defensa de Tesis Doctoral en Madrid, 1 de junio 2021

Fdo.: Diana Rosario Pérez Marín

Fdo.: M<sup>a</sup> Celeste Pizarro Romero

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. CONTEXTO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. ESCENARIO.....	3
1.4. VISIÓN GLOBAL.....	6
1.4.1. Compañero de Aprendizaje.....	6
1.4.2. Programación.....	7
1.4.3. Manejo de emociones.....	7
1.4.4. Metodología MEDIE_LECOE.....	8
1.5. PUBLICACIONES.....	8
1.6. ORGANIZACIÓN.....	10
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. CONSTRUCTIVISMO.....	11
2.1.1. El constructivismo radical.....	12
2.1.2. Constructivismo cognitivo.....	13
2.1.3. Constructivismo sociocultural.....	14
2.2. CONSTRUCCIONISMO.....	16
2.2.1. Ideas principales.....	16
2.1.2. Construccinismo sociocultural.....	18
2.3. TEORÍA DE LAS EMOCIONES.....	19
CAPÍTULO III ESTADO DEL ARTE.....	21
3.1. ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN.....	21
3.1.1. Motivación.....	24
3.1.2. Metodología.....	25
3.1.2.1. MECOPROG.....	25
3.1.2.2. Gamificación.....	27
3.1.3. Aplicaciones prácticas para la Enseñanza de Programación.....	29
3.1.3.1. Logo.....	30
3.1.3.2. Smalltalk.....	31
3.1.3.3. Scratch.....	31
3.1.3.4. Snap! 8.....	33
3.1.3.5. Alice 3.....	34
3.1.3.6. Blockly10 de Google.....	34
3.1.3.7. Pocket Code.....	34
3.1.3.8. Kodable.....	35
3.1.3.9. Cargobot.....	36
3.1.3.10. Lightbotjr.....	36
3.1.3.11. EasyLogic.....	37
3.1.3.12. Robots.....	38
3.1.3.13. Code.Org.....	41
3.1.4. Experiencias.....	42
3.2. AGENTES CONVERSACIONALES PEDAGÓGICOS.....	44
3.2.1. Definición.....	44
3.2.2. Taxonomía.....	46
3.2.3. Metodología.....	47
3.2.3.1. IPO.....	47

3.2.3.2. MEDIE .....	49
3.3. COMPAÑEROS DE APRENDIZAJE.....	51
3.3.1. Definición .....	51
3.3.1.1. Compañero de Aprendizaje 1 - DORIS 3D .....	54
3.3.1.2. Compañero de Aprendizaje 2 – My Pet v2.....	56
3.3.1.3. Compañero de Aprendizaje 3 - JAKE & JANE .....	59
3.3.1.4. Compañero de Aprendizaje 4 – JEPPY .....	61
3.3.1.5. Resumen de Compañeros de Aprendizaje con características emocionales .....	63
<b>CAPÍTULO IV METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN LEARNING COMPANION</b>	
EMOCIONAL QUE ENSEÑE PROGRAMACIÓN. ....	64
4.1. FASE 1: COMUNICACIÓN CON EL EQUIPO DOCENTE Y EXPERTOS .....	69
4.2. FASE 2. CODISEÑO CON LOS NIÑOS .....	69
4.3. FASE 3. RE-DISEÑO DEL COMPAÑERO DE APRENDIZAJE.....	72
4.4. FASE 4. ADAPTACIÓN EMOCIONAL DEL COMPAÑERO DE APRENDIZAJE .....	74
4.5. FASE 5. CONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO DE COMUNICACIÓN COGNITIVA Y EMOCIONAL .....	78
4.5.1. Pantalla de identificación.....	79
4.5.2.1. Zona de comunicación.....	80
4.5.2.2. Zona de actividades .....	80
4.5.3. Actividad Cognitiva.....	81
4.5.3.1. Conocimiento – Programación .....	81
4.5.3.2. Material didáctico .....	82
4.5.3.3. Actividad de gamificación.....	84
4.5.3.4. Actividad de mindfulness .....	86
4.5.4 Comunicación emocional .....	88
4.6. FASE 6. EXPERIENCIA .....	93
4.7. FASE 7. INTEGRACIÓN EN EL AULA .....	94
<b>CAPÍTULO V APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>96</b>
5.1. FASE 1. COMUNICACIÓN CON EL EQUIPO DOCENTE Y EXPERTOS. ....	96
5.2. FASE 2. CODISEÑO CON LOS ESTUDIANTES.....	98
5.3. FASE 3. RE-DISEÑO .....	99
5.4. FASE 4. ADAPTACIÓN EMOCIONAL DEL COMPAÑERO DE APRENDIZAJE. ....	103
5.4.1 Alcody felicidad. ....	104
5.4.2 Alcody tristeza.....	104
5.4.3 Alcody Miedo .....	105
5.4.4 Alcody asco/desagrado .....	105
5.4.5 Alcody sorpresa .....	106
5.4.6 Alcody ira/enojo .....	107
5.5. FASE 5. CONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO DE COMUNICACIÓN COGNITIVA Y EMOCIONAL. ....	107
5.5.1. Pantalla de comunicación. ....	108
5.5.2. Zona de actividades .....	110
5.5.2.1 Botón Actividades .....	110
5.5.2.2 Botón recetas .....	111
5.5.2.3 Botón medallas .....	112
5.5.3 Actividad cognitiva .....	112
5.5.4. Material didáctico .....	115
5.5.5. Actividades de Gamificación .....	117
5.5.6. Actividad gamificada – recetas.....	118

5.5.7. Actividad de mindfulness .....	120
5.5.8. Comunicación emocional .....	120
5.6. FASE 6 - EXPERIENCIA .....	134
5.7. FASE 7. INTEGRACIÓN EN EL AULA. ....	161
5.7.1. Integración Presencial.....	161
5.7.2 Integración online .....	162
<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....</b>	<b>164</b>
6.1. OBJETIVOS CUMPLIDOS .....	164
6.2. CONTRIBUCIONES .....	171
6.3. TRABAJO FUTURO.....	172
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>173</b>
<b>REFERENCIAS WEB .....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>195</b>
<b>Material gráfico adicional.....</b>	<b>195</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Representación del escenario de aprendizaje de programación con Alcodey (fuente: elaboración propia).....	3
Figura 2. Entorno del sistema interactivo de aprendizaje – Alcodey (fuente: Morales et al., 2020).....	5
Figura 3. Visión Global (fuente: elaboración propia).....	6
Figura 5. Imagen referencial de emociones básicas (fuente: Ekman et al., 1983) .....	20
Figura 6. Grupo de metáforas (fuente: Pérez-Marín et al., 2018) .....	25
Figura 7. Pasos para manejo de un curso de programación (adaptado de Pérez-Marín et al., 2018).....	26
Figura 8. Ejercicios resueltos (fuente: Pérez – Marín et al., 2020) .....	27
Figura 9. Aspectos a considerar de la gamificación (fuente: Pukánszky, 1996).....	29
Figura 10. Interfaz de Scratch (fuente: HTTP2).....	32
Figura 11. Interfaz de Snap! 8 (fuente: HTTP3) .....	33
Figura 12. Alice 3 BETA (fuente: Dann et al., 2008) .....	34
Figura 13. Blockly10 de Google (fuente: Seraj et al., 2019).....	35
Figura 14. Pocket Code (fuente: Slany, 2014) .....	35
Figura 16. Sample Cargobot snapshot (fuente: HTTP5).....	36
Figura 17. Sample LightbotJr snapshot (fuente: HTTP6) .....	37
Figura 18. Pantalla demostrativa de Uso de EasyLogic (fuente: Zatarain-Cabada et al., 2018).....	37
Figura 19. Wisconsin HCI robot para lectura (fuente: Martinez, 2018).....	38
Figura 20. Captura de pantalla interfaz code.org (fuente: HTTP7).....	41
Figura 21. Proceso Iterativo del DCU según ISO 13407 .....	49
Figura 22. Fases de la Metodología MEDIE (adaptado de Tamayo-Moreno, 2017) .....	51
Figura 23. Ejemplo de un Compañero de Aprendizaje (Fuente:Roa Seilerm, 2016)....	52
Figura 24. Imágenes demostrativas de Compañero de Aprendizaje – DORIS 3D (fuente: Frozza et al., 2009) .....	55
Figura 25. Captura de pantalla aplicación My-Pet V2 (fuente: Chen et al., 2011) .....	57
Figura 26. Imagen representativa de Jake y Jane (fuente: Beverly et al., 2011) .....	59
Figura 27. Imagen de Jeppy y sus emociones (fuente: Pérez et al., 2020).....	62
Figura 28. Fases de la metodología – MEDIE_LECOE (fuente: elaboración propia) ...	68
Figura 29. Ejemplo de historia creada usando KIDPAD.....	70
(fuente: HTTP10) .....	70
Figura 30. Imágenes referenciales de rostros de felicidad (fuente: HTTP11).....	74
Figura 31. Imagen con características de un rostro feliz (fuente: elaboración propia) ..	75
Figura 32. Imágenes referenciales de rostros de tristeza (fuente: HTTP11) .....	75
Figura 34. Imágenes referenciales de rostros con miedo (fuente: HTTP11).....	76
Figura 35. Imagen con características de un rostro con miedo (fuente: elaboración propia).....	76
Figura 36. Imágenes referenciales de rostros con asco y desagrado (fuente: HTTP11) 76	
Figura 37. Imagen con características de un rostro con asco/desagrado (fuente: elaboración propia).....	77
Figura 38. Imágenes referenciales de rostros de sorpresa (fuente: HTTP11) .....	77
Figura 39. Imagen con características de un rostro con sorpresa (fuente: elaboración propia).....	77
Figura 40. Imágenes referenciales de rostros de sorpresa (fuente: HTTP11) .....	78

Figura 41. Imagen con características de un rostro con ira/enojo (fuente: elaboración propia).....	78
Figura 42. Ejemplo de pantalla de identificación (fuente: elaboración propia) .....	79
Figura 43. Pantalla principal de comunicación y actividades (fuente: elaboración propia) .....	80
Figura 44. Pantalla de actividad cognitiva de programación (fuente: elaboración propia) .....	82
Figura 45. Elementos de un material didáctico (fuente: elaboración propia).....	83
Figura 46. Contenidos del material didáctico (fuentes: Prendes, 2003).....	83
Figura 47. Ejecución del material didáctico ante un comentario en el chat (fuente: elaboración propia) .....	84
Figura 48. Ejemplo de organización de interfaz para gamificación (fuente: elaboración propia).....	85
Figura 49. Ejemplo de medallero de actividades de gamificación (fuente: elaboración propia).....	85
Figura 50. Actividad de mindfulness presencial (fuente: elaboración propia).....	87
Figura 51. Actividad de relajación online (fuente: elaboración propia).....	88
Figura 53. Detalle visual del algortimo (fuente: elaboración propia) .....	89
Figura 54. Rueda de las palabras emocionales (elaborado por: Robb, 2015) .....	90
Figura 56. Integración de la aplicación online (fuente: elaboración propia).....	95
Figura 57. Primer prototipo de Compañero de Aprendizaje (Morales et al., 2017).....	97
Figura 58. Ejemplo de una entrevista para identificar los conocimientos de programación (fuente: Morales et al., 2019) .....	98
Figura 59. Historias de conversación de los niños (fuente: Morales et al., 2019).....	99
Figura 60. Descripción de las características del robot por medio de textos (fuente: Morales et al., 2019).....	100
Figura 61. Imagen Alcody, Compañero de Aprendizaje (fuente: Morales et al., 2019). .....	102
Figura 62. Representación del Compañero de Aprendizaje en versiones (fuente: Morales et al., 2019) .....	103
Figura. 63. Alcody en varios colores (fuente: elaboración propia) .....	103
Figura 64. Alcody felicidad (fuente: Morales et al., 2021) .....	104
Figura 65. Alcody felicidad varios colores (fuente: elaboración propia) .....	104
Figura 66. Alcody tristeza (fuente: Morales et al., 2021).....	104
Figura 67. Alcody tristeza de colores (fuente: elaboración propia) .....	105
Figura 68. Alcody miedo (fuente: Morales et al., 2021) .....	105
Figura 69. Alcody miedo en colores (fuente: elaboración propia) .....	105
Figura 70. Alcody asco/desagrado (fuente: Morales et al., 2021).....	106
Figura 71. Alcody con gesto de asco/desagrado colores (fuente: elaboración propia) .....	106
Figura 72. Alcody sorpresa (fuente: Morales et al., 2021) .....	106
Figura 73. Alcody sorpresa colores (fuente: elaboración propia) .....	106
Figura 74. Alcody ira/enojo (fuente: Morales et al., 2021) .....	107
Figura 75 . ALCODY ira/enojo varios colores (fuente: elaboración propia).....	107
Figura 76. Captura de pantalla de Editar Perfil (fuente: Morales et al., 2020).....	108
Figura 77. Ejemplo de diálogos creados por los niños (fuente: Morales et al., 2019) .	109
Figura 78. Interfaz de chat basado en el análisis de los textos (fuente: Morales et al., 2019).....	109
Figura 79. Pantalla principal de Alcody (fuente: elaboración propia) .....	110
Figura 80. Pantalla de Actividades de Alcody (fuente: elaboración propia).....	111
Figura 81. Pantalla de recetas (fuente: elaboración propia) .....	111

Figura 82. Página medallero (fuente: elaboración propia) .....	112
Figura 83. Captura de pantalla principal del módulo de programación (fuente: Ocaña et al., 2020) .....	113
Figura 84. Pantalla inicial de ejercicio de programación (fuente: elaboración propia) .....	113
Figura 85. Captura de pantalla con algoritmo de resolución de ejercicios (fuente: Ocaña et al., 2020) .....	114
Figura 86. Captura de pantalla del resultado del botón ejecutar (fuente: Ocaña et al., 2020) .....	114
Figura 87. Pantalla de identificación del estado emocional con el que terminan los ejercicios (fuente: elaboración propia) .....	115
Figura 89. Pantalla de invocación a tutoriales (fuente: elaboración propia) .....	116
Figura 90. Pantalla de video tutorial (fuente: elaboración propia) .....	116
Figura 91. Estructura de material didáctico (fuente: elaboración propia) .....	117
Figura 92. Ejemplo de la actividad lógica gamificada – Lobo, oveja y col (fuente: elaboración propia) .....	118
Figura 93. Ejemplo de la actividad receta – Tortilla (fuente: elaboración propia).....	119
Figura 94. Medallero – Alcody (fuente: elaboración propia) .....	120
Figura 95. Imagen de audio (fuente: elaboración propia) .....	120
Figura 96. Descripción práctica de algoritmo Alcodyemorec (fuente: elaboración propia) .....	121
Figura 97. Escala de sentimientos (fuente: elaboración propia) .....	121
Figura 98. Pantalla de recomendaciones (fuente: elaboración propia) .....	122
Figura 99. Imagen ejemplo de recomendaciones (fuente: elaboración propia) .....	123
Figura 100. Asignar mensajes (fuente: elaboración propia) .....	123
Figura 101. Chat mensajes actualizados (fuente: elaboración propia) .....	123
Figura 102. Mensajes relacionados con felicidad (fuente: Morales et al., 2020) .....	125
Figura 103. Mensajes relacionados con asco / desagrado (fuente: elaboración propia) .....	126
Figura 104. Mensajes relacionados con ira/enojo (fuente: elaboración propia) .....	127
Figura 105. Mensajes relacionados con miedo/temor (fuente: elaboración propia) .....	128
Figura 106. Mensajes relacionados con sorpresa (fuente: elaboración propia) .....	129
Figura 107. Mensajes relacionados con tristeza (fuente: elaboración propia) .....	130
Figura 108. Recomendaciones para prevenir COVID (fuente: Ocaña et al., 2020) .....	131
Figura 109. Recomendaciones trabajo en línea (fuente: elaboración propia) .....	132
Figura 110. Recomendaciones COVID-19, familiares enfermos (fuente: elaboración propia) .....	132
Figura 111. Recomendaciones prevención COVID-19 (fuente: elaboración propia) ..	132
Figura 112. Recomendaciones tiempo en casa, confinamiento (fuente: elaboración propia) .....	133
Figura 113. Recomendaciones familiares trabajando en primera línea en pandemia (fuente: elaboración propia) .....	133
Figura 114. Recomendaciones tiempos mejores post-pandemia (fuente: elaboración propia) .....	133
Figura 115. Diagramas de cajas para grupos en pre y post-test (fuente: Morales et al., 2020) .....	137
Tabla 20. t-test: test comparativos pre-post test por grupos fuente: Morales et al., 2020) .....	137
Tabla 21. Anova unidireccional fuente: Morales et al., 2020) .....	138
Figura 116. Organización de aplicación de pre-test y post-test (fuente: Ocaña et al., 2020) .....	141

Figura 117. Diagramas de caja pre-test y post-test para todos los conceptos (fuente: Ocaña et al., 2020).....	141
Figura 118. Los diagramas de caja en el pre-test y post-test para el concepto de condición solo se enseñan en línea durante el confinamiento (fuente: Ocaña et al., 2020) .....	143
Figura 119. Rúbrica para evaluar el pseudocódigo de Alcodey para la prueba de bucles (fuente: Morales et al., 2020).....	149
Figura 120. Diagrama del procedimiento del experimento. (fuente: Morales et al., 2020) .....	150
Figura 121. Diagramas de caja pre-test y post-test para todos los conceptos (fuente: Morales et al., 2020) .....	153
Figura 122. Gráfico de barras para variables de grupo y satisfacción (fuente: Morales et al., 2020) .....	155
Figura 123. Gráfico de barras para variables de grupo y motivación (fuente: Morales et al., 2021) .....	156
Figura 124. Resultado de la pregunta 3 (fuente: Morales et al., 2021) .....	157
Figura 125. Resultado de la pregunta 4 (fuente: Morales et al., 2021) .....	158
Figura 126. Ejemplo sesión presencial – trabajo con Alcodey (fuente: elaboración propia) .....	162
Figura 127. Ejemplo sesión online – trabajo con Alcodey (fuente: Morales et al., 2021) .....	163
Figura 128. Ejemplo sesión online con revisión ejercicio de programación (fuente: Morales et al., 2021) .....	163
Figura 129. Descripción de incremento significativo de las notas (fuente: elaboración propia).....	170
Figura 130. Integración de metodología MEDIE_LECOE – Contribuciones (fuente: elaboración propia) .....	171

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de Fases de la Metodología MEDIE -LECOE y las publicaciones realizadas (fuente: elaboración propia).....	9
Tabla 2. Tendencias de la enseñanza de la programación en Educación Primaria y secundaria a nivel mundial (fuente: Heintz et al., 2016).....	23
Tabla 3. Taxonomía de Agentes Conversacionales Pedagógicos (fuente: Pérez-Marín, 2015).....	47
Tabla 4. Datos tomados del estudio Jake y Jane (fuente:Arroyo, 2011) .....	60
Tabla 5. Comparación de características de Compañeros de Aprendizaje (fuente: elaboración propia).....	63
Tabla 6. Ejemplo de tabla de Análisis Morfológico (fuente: elaboración propia) .....	73
Tabla 7. Expresiones verbales relacionadas con la emoción felicidad (fuente: elaboración propia ).....	91
Tabla 8. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – asco/desagrado (fuente: elaboración propia ).....	91
Tabla 9. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – asco/desagrado (fuente: elaboración propia ).....	91
Tabla 10. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – asco/desagrado (fuente: elaboración propia ).....	92
Tabla 11. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – tristeza (fuente: elaboración propia ).....	92
Tabla 12. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – sorpresa (fuente: elaboración propia ).....	93
Tabla 13. Resumen de comunicación con el equipo docente y expertos (fuente: elaboración propia).....	98
Tabla 14. Resultado del análisis de las historias escritas por los niños (fuente: Morales et al., 2019).....	100
Tabla 15. Género y color (fuente: Morales et al., 2019) .....	101
Tabla 16. Personalidad del Compañero de Aprendizaje (fuente: Morales et al., 2019). .....	101
Tabla 17. Resumen de la experiencia en España (fuente: Morales et al., 2017) .....	134
Tabla 18. Resumen de la experiencia en Ecuador (fuente: Morales et al., 2020) .....	135
Tabla 19. Grupos para la experiencia (fuente: Morales et al., 2020) .....	135
Tabla 22. Resumen tercera experiencia (fuente: ocaña et al., 2020; Morales et al.,2021) .....	139
Tabla 23. Análisis descriptivo de la muestra (fuente: Ocaña et al., 2020).....	142
Tabla 24. Anova unidireccional (fuente: Ocaña et al., 2020).....	142
Tabla 25. Análisis descriptivo de la muestra para el concepto de condición (enseñado durante el confinamiento) (fuente: Ocaña et al., 2020).....	143
Tabla 26. Resultados de la prueba t-student entre el pre-test y post-test (fuente: Ocaña et al., 2020).....	143
Tabla 27. Tiempo de enseñanza con Alcody (fuente: Morales et al., 2020) .....	146
Tabla 28. Resumen de variables, Tipo, VD- Variable Dependiente, VI - Variable Independiente, (fuente: Morales et al., 2020).....	147
Tabla 29. Cuestionario de opinión final (fuente: Morales et al., 2020).....	150
Tabla 30. Análisis descriptivo de la muestra (fuente: Morales et al., 2020) .....	154
Tabla 31. Resultados de las muestras independientes t-test entre los grupos control y test en pre-test y post-test (fuente: Morales et al., 2020).....	154

Tabla 32. Resultados del t-test emparejado entre pre-test y post-test (En los grupos de control y test) (fuente: Morales et al., 2020) .....	155
Tabla 33. Correlaciones no paramétricas de satisfacción en los grupos de control y test (fuente: Morales et al., 2021).....	156
Tabla 34. Prueba U de Mann-Whitney para la satisfacción, usando el grupo variable como la variable independiente (fuente: Morales et al., 2021) .....	156
Tabla 35. Correlaciones no paramétricas para la motivación en los grupos de control y grupo test (fuente: Morales et al., 2021).....	157
Tabla 36 Prueba U de Mann-Whitney para la motivación, usando el grupo variable como variable independiente. (fuente: Morales et al., 2021) .....	157
Tabla 37. Proceso de algoritmo – emoción feliz (fuente: Morales et al., 2021).....	165
Tabla 38. Proceso de algoritmo – emoción triste (fuente: Morales et al., 2021).....	166
Tabla 39. Proceso de algoritmo – emoción Miedo (fuente: Morales et al., 2021) .....	167
Tabla 40. Proceso de algoritmo – emoción asco/desagrado (fuente: Morales et al., 2021) .....	167
Tabla 41. Proceso de algoritmo – emoción sorpresa (fuente: Morales et al., 2021) ....	168
Tabla 42. Proceso de algoritmo – emoción ira/enojo (fuente: Morales et al., 2021) ...	168
Tabla 43. Alcody, recomendaciones Covid-19 (fuente: Ocaña et al., 2020).....	169

A la memoria de mi padre Gilberto.  
A mi madre Caty.  
A mis hijas Sol y Victoria.

## **Agradecimientos**

Mantén tus sueños vivos. Entiende que para lograr cualquier cosa necesitas fe y creer en ti mismo, visión, trabajo duro, determinación y dedicación. - Gail Devers.

Este sueño que inicio en el 2017 ha sido un reto que lo emprendí con mucha fe lo cual me ha permitido mantener mi visión enfocada para trabajar duro día a día y por ello puedo decir que esta ha sido una gran experiencia para mi formación profesional, académica y sobre todo personal.

En estos años he contado con el apoyo invaluable de varias personas que me ha permitido llegar hasta el día de hoy con este proyecto y por esto quiero dar las gracias a todas ellas.

En primer lugar, mi sincero agradecimiento a Diana Pérez Marín como directora de tesis, por su vasto conocimiento en el área, por su entusiasmo constante lo que nos ha motivado a plantearnos siempre nuevos retos, pero sobretodo porque ha trabajado junto a nosotros por alcanzarlos.

De igual manera a M<sup>a</sup> Celeste Pizarro como codirectora de tesis, quien ha sido un pilar importante en el desarrollo de la investigación especialmente en la etapa de la experiencia dado que ha contribuido en las comprobaciones y validaciones.

Es importante destacar en Diana y Celeste su don de gente y calidez humana quienes no tuvieron ningún reparo en compartir su experiencia, tiempo y conocimientos en el desarrollo de la investigación.

Un agradecimiento especial a Silvia Tamayo quien compartió su experiencia en la metodología MEDIE la misma que se convirtió en la base de nuestra investigación.

A Karina Urrutia por su apoyo como Psicóloga Clínica en el asesoramiento de la inclusión emocional en el compañero de Aprendizaje.

A Miguel, mi esposo por soñar junto a mi en un mejor futuro y por ir de la mano trabajando juntos en este sueño.

A María Sol y Victoria mis hijas, por ser el motor que me anima a ser mejor persona, por sus palabras de apoyo cuando las fuerzas no daban más, pero sobre todo por entender que estábamos trabajando por su futuro y bienestar.

A mi padre Gilberto quien me motivó a iniciar este sueño y pese a que ahora no está junto a mi, sigue siendo mi inspiración para continuar, a mi madre Caty por estar siempre a mi lado con sus palabras y su apoyo con mis hijas cuando no podía estar junto a ellas.

A mis hermanas Ximena y Diana, por ser un referente profesional para mi, por sus palabras y por compartir su experiencia.

A mis suegros Marujita y Wilfrido por ser un ejemplo de superación constante, y por su apoyo incondicional.

A la Universidad Rey Juan Carlos de España, por los conocimientos adquiridos durante el Programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Al grupo de investigación Laboratorio de Investigación en Tecnologías Educativas (LITE), por invitarnos a formar parte del grupo.

A Freepik Company, plataforma Web con quienes hemos mantenido una cuenta premium y que nos ha permitido adaptar sus imágenes en el diseño de ilustraciones del presente trabajo de investigación sin fines de lucro.

Finalmente extender un agradecimiento a las autoridades, docentes y especialmente a los niños que colaboraron en la experiencia de trabajar con Alcody en las escuelas de Educación Primaria de España y Ecuador.

## Resumen

La enseñanza de programación en Educación Primaria ha atraído la atención de investigadores de todo el mundo en los últimos años. Se han explorado varios enfoques como son: programación textual, programación visual y ejercicios sin tecnología. En esta tesis, el foco está en el uso de Compañeros de Aprendizaje.

Se concibe que un Compañero de Aprendizaje posee cierto nivel de inteligencia, autonomía y habilidades sociales para establecer y mantener relaciones con los usuarios a largo plazo. En la literatura se ha podido registrar la bondad del uso de Compañeros de Aprendizaje en la enseñanza con niños. Los niños tienen suficiente imaginación para transformar situaciones reales en fantasía, dándoles personalidad y vida a los objetos inanimados que aparecen en su pantalla, e interactuando con ellos como si fueran sus amigos, mejorando de esta forma su relación con las aplicaciones informáticas.

Sin embargo, en la literatura no se encuentran muchos casos de Compañeros de Aprendizaje que integren aspectos emocionales para la enseñanza de la programación, ni tampoco se han propuesto metodologías para su diseño, desarrollo e integración en las aulas de Primaria. Por este motivo, esta tesis quiere contribuir al área de Interacción Persona-Ordenador (IPO) con la metodología MEDIE\_LECOE complementaria a la metodología MEDIE\_GEDILEC. MEDIE\_LECOE también extiende la metodología MEDIE que sirve para crear Agentes Conversacionales Pedagógicos para todos los niveles educativos extendiendo el Diseño Centrado en el Usuario.

MEDIE\_LECOE consta de siete fases: 1) comunicación con equipo docente y expertos; 2) codiseño con los estudiantes; 3) rediseño; 4) adaptación emocional; 5) construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional; 6) experiencia; y 7) integración en el aula. Esta metodología aplica técnicas IPO en el diseño de compañeros emocionales para la enseñanza de la programación como: la técnica del prototipado Storytelling para el análisis de contenidos, y nuevas herramientas como matrices de análisis morfológico para determinar las características del Compañero de Aprendizaje emocional. Además, se propone el algoritmo ALCODYemorec de identificación de emociones, y generación de sugerencias y recomendaciones, incluyendo la posibilidad de relajación antes de cada sesión.

La metodología MEDIE\_LECOE se ha validado con la implementación del Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de la programación Alcode cuyo nombre viene de Algoritmos+CODIgo. La fase 1 comenzó en el curso 2016/2017, en el que empezaron las reuniones tanto con los profesores de Primaria como con un psicólogo para el diseño de Alcode. Además, siguiendo con la fase 2, 66 estudiantes de 8-10 años participaron en el diseño (codiseño) de la primera interfaz del sistema, que siguió mejorando y revisándose durante la fase 3 de rediseño en el curso 2017/2018.

Posteriormente, en el curso 2018/2019, se incorporaron las emociones básicas de Ekman y 22 recomendaciones según la fase 4 de adaptación emocional para el chat y la animación gestual y facial de Alcody. También se probó cómo la versión emocional de Alcody tenía una mejora significativa tanto en las puntuaciones de los estudiantes como en su nivel de motivación y satisfacción.

Finalmente, durante el curso 2019/2020 se aplicó la fase 5 de la metodología en una experiencia en la que 137 estudiantes de un colegio de Primaria de Ecuador, entre 10 a 12 años, aprendieron programación con Alcody con adaptación emocional. Los resultados obtenidos muestran tanto un aumento significativo en las puntuaciones de varios tests de programación, partiendo de la aplicación de un pre-test con una puntuación media de 0,88, hasta una puntuación media de 7,56 en el test de febrero antes del confinamiento y hasta 8,01 en el post-test en junio durante el confinamiento. Las clases con Alcody fueron presenciales hasta marzo, por lo que el último aumento significativo se pudo registrar usando Alcody on-line durante el confinamiento. Debido a la pandemia por la COVID-19 se añadieron diez recomendaciones relacionadas con este tema.

En cuanto a los niveles de satisfacción, se puede concluir que los estudiantes se mostraron altamente satisfechos con Alcody ya que el 95% de los estudiantes se mostraron satisfechos antes y durante la pandemia por COVID-19. En particular, en relación al uso de relajación antes de las sesiones, se pudo registrar una mejora en el grupo test significativa respecto al grupo control, y niveles de satisfacción significativamente más altos.

El trabajo de esta tesis se ha publicado en 9 artículos: 2 de conferencia, 2 capítulos de libro, y 5 en revista, uno de ellos titulado “Can mindfulness help Primary Education students to learn how to program with an emotional learning companion?” JCR Q1 de enero 2021.

## Abstract

Teaching programming in Primary Education has recently attracted the attention of researchers around the world. Various approaches have been explored, such as textual programming, visual programming, and exercises that do not use technology. The focus of this thesis is the use of learning companions.

It is understood that a learning companion possesses a certain level of intelligence, autonomy, and has the social skills to establish and maintain long-term relationships with users. The literature shows favourable use of learning companions in teaching children. Children have enough imagination to transform real situations into fantasy, bringing personality and life to the inanimate objects that appear on their screen, and can interact with them as if they were friends, thus improving their relationship with computer applications.

However, the literature does not include many published cases of learning companions that integrate the emotional aspects of teaching programming, nor have any methodologies been proposed for their design, development and integration into Primary School classrooms. Because of this, the purpose of this thesis is to contribute to the area of Human-Computer Interaction (HCI) using the MEDIE\_LECOE methodology complementary to the MEDIE\_GEDILEC methodology. MEDIE\_LECOE furthers the MEDIE methodology that serves to create Pedagogical Conversational Agents for all educational levels by extending User Centred Designs.

MEDIE\_LECOE has seven stages: 1) communication with the teaching team and experts; 2) co-design with students; 3) redesign; 4) emotional adaptation; 5) construction of the cognitive and emotional communication environment; 6) experience; and 7) integration into the classroom. This methodology applies HCI techniques to design emotional companions that can teach programming, such as the Storytelling prototyping technique for content analysis and new tools such as morphological analysis matrices to determine the characteristics of the emotional learning companion. Furthermore, the ALCODYemorec algorithm is proposed to identify emotions and generate suggestions and recommendations, including the possibility of relaxation exercises before each session.

The MEDIE\_LECOE methodology has been validated with the implementation of the emotional learning companion for teaching Alcodey programming, whose name is a portmanteau of ALgorithms+CODE. We started stage 1 at the beginning of the 2016/2017 academic year with a meeting between Primary teachers and a psychologist for the design of Alcodey. Subsequent to that, and continuing with stage 2, 66 students aged 8-10 participated in the design (co-design) of the first interface of the system, which continued to be improved and revised during stage 3 of the redesign during the 2017/2018 academic year. During the 2018/2019 academic year, Ekman's basic emotions and 22 recommendations were incorporated according to the stage 4: the emotional adaptation

for the Alcode chat and gestural and facial animation. This stage also served to confirm how the emotional version of Alcode resulted in a significant improvement in both students' scores and motivation and satisfaction levels.

Finally, stage 5 of the methodology was implemented during the 2019/2020 academic year; this was applied as a course where 137 students from a Primary school in Ecuador,

aged 10 to 12 were taught how to program using Alcode with the emotional adaptation. The results obtained showed a significant increase in both the scores of various programming tests – from a mean score of 0.88 in a pre-test to a mean score of 7.56 in the February test before lockdown and to 8.01 in the post-test in June during lockdown. Classes with Alcode were face-to-face until March, so the last significant increase was recorded using Alcode online during lockdown. As a result of the COVID-19 pandemic, ten recommendations related to Covid were added.

We found that students were very satisfied with Alcode – 95% of the sample mentioned their satisfaction before and during the COVID-19 pandemic. A significant improvement in the test group compared to the control group was noted, specifically regarding the relaxation exercises that were carried out before the sessions, and significantly higher levels of satisfaction.

The work of this thesis has been published in nine articles: two conference articles, two book chapters, and five journal articles, one entitled “Can mindfulness help Primary Education students learn how to program with an emotional learning companion?” JCR Q1, January 2021.

# CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contexto

En la actualidad, enseñar programación a los niños tiene beneficios, tanto para los niños que quieren convertirse en informáticos como para los niños que quieren cualquier otra profesión (Wing, 2006). Esto se debe a que, al aprender a programar, pueden comprender el mundo en el que viven (Pérez-Marín et al., 2020) y mejorar sus habilidades cognitivas (Pérez y Roig, 2015; Arfé et al., 2020)

Sin embargo, enseñar programación no es fácil (Hromkovič et al., 2019). Esto ha atraído una gran cantidad de investigación desde la década de 1980 con el trabajo pionero iniciado por el lenguaje LOGO de Papert basado en la teoría del construccionismo (Papert, 1980).

Según el construccionismo de Papert, el aprendizaje es mejor si el alumno puede construir algún elemento ("el objeto con el que pensar"). Los estudiantes necesitan programar para aprender a programar, porque el aprendizaje no sucederá simplemente escuchando o leyendo sobre programación. Además, la idea es que los alumnos lleguen a su propia solución, ya que no existe una única solución correcta. Para eso, los estudiantes deben ser guiados hacia una solución correcta (Hromkovič et al., 2019).

La interacción en lenguaje natural se puede utilizar para ayudar a los estudiantes a llegar a su solución (López-Silva, 2013). Hablar y escribir nos hace pensar, y al pensar, los niños pueden mejorar sus conocimientos y habilidades de programación.

Como dijo Papert: "Aprendemos mejor haciendo... pero aprendemos mejor aún si combinamos el hacer con hablar y pensar sobre lo que hemos hecho". "La vida no se trata de 'tener la respuesta correcta', se trata de hacer que las cosas funcionen" (Papert, 1999).

Otra posibilidad para enseñar programación y ayudar a los estudiantes a crear sus programas es utilizar entornos de programación visual con lenguajes multimedia como Scratch (Resnick, 2009). Scratch también se basa en la teoría del construccionismo de Papert (Papavlasopoulou et al., 2018) y actualmente es uno de los enfoques más utilizados para enseñar programación a niños en todo el mundo.

Hay muchos otros enfoques alternativos (Giannakos, 2015) como el uso de robots (Zygouris et al, 2017) o enfoques desenchufados (sin usar tecnología) cuyos resultados aún están en estudio (Brackmann et al., 2016).

Sin embargo, todavía hay poca evidencia sobre cómo diseñar experiencias de codificación exitosas para niños de acuerdo con su edad, actitud y necesidades (Papavlasopoulou et al., 2018).

El aprendizaje también puede verse como la expresión de sentimientos personales (Ackermann, 2001). Por lo tanto, las emociones deben tenerse en cuenta a la hora de enseñar programación (Papavlasopoulou et al., 2018).

En palabras de Papert, "No se pueden aprender las habilidades básicas si se llega a ellas con miedo y la anticipación de odiarlas" (Papert, 1999). Por esto se ha considerado un Compañero de Aprendizaje que pueda apoyar las emociones de los estudiantes para proporcionar un ambiente agradable que mejore la experiencia de aprendizaje.

En la revisión de la literatura, no se ha encontrado a un Compañero de Aprendizaje emocional interactivo que detecte el estado emocional inicial y que le muestre recomendaciones para cambiar su estado de ánimo, mientras está aprendiendo a programar.

Además, se puede señalar que tampoco se han encontrado metodologías para desarrollar compañeros de aprendizaje emocionales que enseñen a programar.

Por lo descrito, se propone la metodología MEDIE\_LECOE para el desarrollo de un Compañero de Aprendizaje emocional que enseñe a programar, basada en Interacción Persona Ordenador. Esta metodología permitirá a docentes, educadores e investigadores incluir en sus procesos de enseñanza un Compañero de Aprendizaje que maneje emociones.

## **1.2. Objetivos**

El principal objetivo de esta investigación es promover una metodología para el desarrollo de un Compañero de Aprendizaje emocional que enseñe programación a estudiantes Educación Primaria (MEDIE\_LECOE).

A continuación, se detallan los objetivos que rigen la presente investigación:

1. Desarrollar una metodología para el diseño de la integración del aspecto emocional dentro de los Compañeros de Aprendizaje para enseñar programación en Educación Primaria.
2. Generar herramientas que permitan apoyar la metodología propuesta.
3. Proponer un algoritmo de identificación de emociones y sugerencia de recomendaciones
4. Incrementar los niveles de conocimiento, satisfacción y motivación en los niños en el momento de aprender a programar.

### 1.3. Escenario

Con la finalidad de brindar una idea general de los objetivos descritos se muestra un ejemplo práctico a continuación. Representación del escenario (ver Figura 1) que tendrá una clase promedio de 27 a 32 niños de edades entre 8 a 12 años cursando "Educación Primaria". Cada uno utilizando un ordenador con conexión a Internet lo cual permitirá que tengan acceso al sistema interactivo de aprendizaje con Alcodey. Además, se cuenta con la presencia de la maestra que dará la clase de programación y reforzará las dudas que surjan en el proceso de aprendizaje.



Figura 1. Representación del escenario de aprendizaje de programación con Alcodey (fuente: elaboración propia)

Como parte de la descripción del escenario se describe la aplicación de la metodología para el desarrollo de un Compañero de Aprendizaje emocional que enseñe programación para ser aplicado en una clase presencial. Cabe señalar que esta aplicación también se podría usar de manera online.

Para esta tesis, se parte del trabajo conjunto con los docentes, el prototipo que se plantea de este proceso será la base para la validación del Compañero de Aprendizaje.

Como parte de esta etapa se añade la participación de un experto en psicología para guiar en el diseño la inclusión de emociones en el Compañero de Aprendizaje. Para ello se deben celebrar varias reuniones para ir identificando las principales características que debe cumplir el compañero y esbozar un primer prototipo.

La siguiente etapa es el **Codiseño con los niños** la que se trabajará en el aula, con alrededor de 27 a 32 estudiantes.

Para ello, se preguntará a los estudiantes la opinión y necesidades, por medio de entrevistas y técnicas de prototipado como Storytelling que permiten contextualizar al personaje, e identificar un posible entorno y ambiente de aprendizaje que guste y motive a los niños a usarlo.

Las preguntas serán acerca de cómo aprender programación, sobre si les gusta programar, y qué saben sobre los conceptos básicos de programación, además se les pedirá que creen una historia de cómo les gustaría comunicarse con el Compañero de Aprendizaje.

Como parte del trabajo con los niños está el **Re-diseño del Compañero de Aprendizaje**. Así con la información recopilada en la fase de codiseño se debe volver a revisar el diseño del compañero creado en la fase 1 (diálogo con docentes y profesional en psicología), realizando un análisis de contenidos para extraer ideas y atributos para el desarrollo del personaje y su contexto.

Esta información se puede plasmar en una **matriz de análisis morfológico**. Como resultado del rediseño se identificarán la forma y actitud del personaje, el tipo de interacción con voz, gestos y rasgos para la comunicación verbal y no verbal.

A continuación, se procede a la **Adaptación emocional** en la que se propone incorporar las cinco emociones básicas propuestas por Ekman et al., (1983) de felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, miedo y desagrado.

Estas serán mostradas por el compañero de aprendizaje, según sus características más destacadas en cada caso para intentar empatizar con el estudiante. El Compañero de Aprendizaje mostrará estas emociones según las palabras clave que el niño escriba en su diálogo. Para esta comunicación se creará un listado de palabras clave y gestos para cada emoción que definirán al Compañero de Aprendizaje a nivel emocional.

En la **construcción del entorno** el Compañero de Aprendizaje se debe integrar dentro de un sistema interactivo educativo para la enseñanza de la programación con posibilidad de ejecución y depuración inmediata, y considerando aspectos de gamificación y meditación (ver Figura 2).

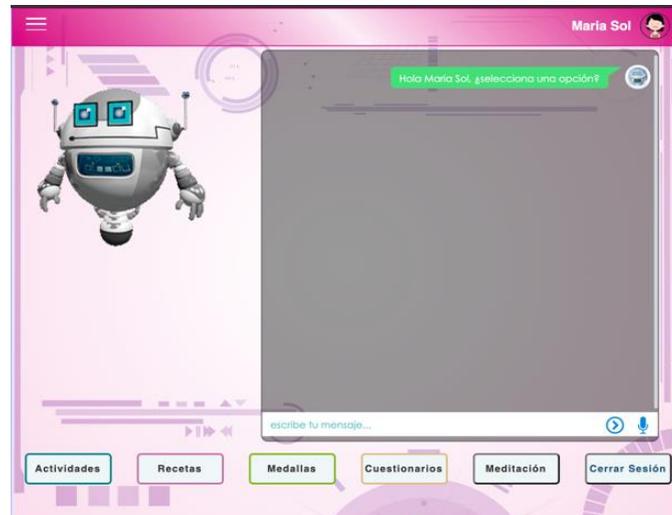


Figura 2. Entorno del sistema interactivo de aprendizaje – Alcodey (fuente: Morales et al., 2020)

Para la **experiencia** se pide a los estudiantes de Educación Primaria que prueben el entorno con el Compañero de Aprendizaje emocional para obtener una validación a nivel estadístico de su correcto funcionamiento y su eficacia en términos de aprendizaje (con test de programación) y satisfacción (con cuestionarios).

Los niños podrán utilizar el sistema interactivo de aprendizaje durante el número de sesiones que el docente requiera para que pueda ir registrando la mejora en el aprendizaje, los niveles de satisfacción y la motivación que presentan.

Finalmente, para la **integración en el aula**, con el entorno validado, se trabaja según la planificación de los docentes en sesiones presenciales con los dispositivos disponibles en el centro.

Lo descrito anteriormente contempla la síntesis del diseño, validación e integración del Compañero de Aprendizaje en un determinado contexto educativo.

## 1.4. Visión Global

El enfoque general propuesto para el desarrollo del presente trabajo destaca tres áreas de investigación: Compañero de Aprendizaje (Learning Companion), Emociones y Programación (ver Figura 3).

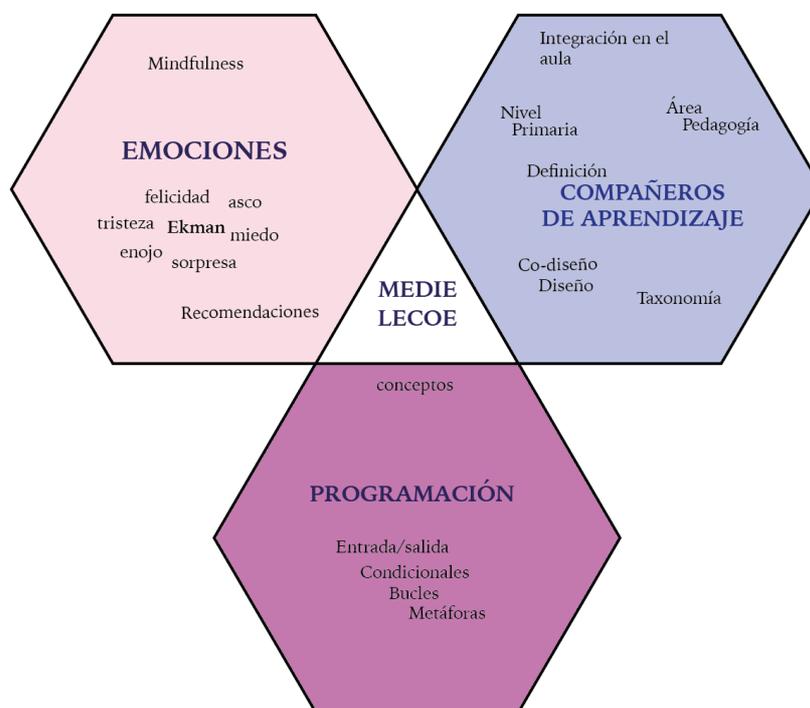


Figura 3. Visión Global (fuente: elaboración propia)

### 1.4.1. Compañero de Aprendizaje

- **Definición:** Un Compañero de Aprendizaje se puede definir como un "robot o un agente conversacional virtual que posee un cierto nivel de inteligencia y autonomía, así como habilidades sociales que le permiten establecer y mantener relaciones a largo plazo con los usuarios" (Lim, 2012). Los Compañeros de Aprendizaje presentan un vehículo prometedor para adaptarse a las necesidades afectivas y sociales en virtud de su papel de pares (Kim & Baylor, 2006).
- **Taxonomía:** Herramienta para analizar las posibles características como roles, modalidad de interacción, tipo de animación, posibilidades afectivas, tipo de personaje virtual, evolución de los agentes, ubicuidad, dominio, lenguaje de comunicación, herramientas que puede ofrecer a los estudiantes los agentes pedagógicos conversacionales desde las aulas, propuesta por Pérez-Marín (2010).
- **Diseño:** Análisis de los principios de interacción persona ordenador (Garay et al., 2019), para el diseño de interfaz y factores de interacción emocional.
- **Codiseño:** Participación colaborativa entre el diseñador y el futuro usuario, para adaptar un objeto u interfaz de acuerdo a las preferencias y necesidades del usuario.

- **Área pedagogía:** Papert (1980) propone el construccionismo según el cual para aprender a programar hay que construir un objeto e interactuar con él es por ello. Se podría relacionar programar como conversar con el ordenador.
- **Integración en el aula:** Los niños poseen diferentes ritmos de aprendizaje y el profesor debe impartir los conocimientos de manera holística para toda el aula sin poder dirigirse de manera particular a cada estudiante del aula. Por ello, es importante el acompañamiento y la tutoría con un Compañero de Aprendizaje (Bloom, 1984).
- **Nivel:** Niños de 8 a 12 años de Educación Primaria.

#### 1.4.2. Programación

- **Programa:** Conjunto de instrucciones que, una vez ejecutado, realiza una o varias tareas en un ordenador. Los programas se escriben con instrucciones en un lenguaje de programación, definido por una sintaxis específica, que indica reglas de escritura (la gramática) y por la semántica de los tipos de datos, instrucciones, definiciones y todos los elementos que constituyen un programa (Mathieu, 2014).
- **Metáforas:** Herramienta educativa que se centra en conceptos básicos para facilitar la organización de ideas y manejar un pensamiento claro (Rodríguez, 1988).
- **Entrada/ Salida:** Parámetros de flujo de entrada y salida. Los datos de entrada es una serie de valores que alimentan al programa para que los utilice y son el flujo de datos de salida es la serie de valores de salida que el programa genera (Mathieu, 2014).
- **Condicionales:** Permite expresar las elecciones que se hacen durante la resolución de un problema. En esta estructura se hace el cálculo de la expresión lógica, si el valor de esta expresión es cierto se ejecuta la instrucción, si el valor de la expresión lógica es falso, no se ejecuta nada (Mathieu, 2014).
- **Bucles:** La estructura de bucle brinda la posibilidad de ejecutar un grupo de instrucciones más de una vez; es decir, sirven para ejecutar varias veces una misma parte de un código (Mathieu, 2014).

#### 1.4.3. Manejo de emociones

- **Emociones:** Ekman et al. (1983), es un psicólogo que define a la emoción como un patrón adaptativo de reacción corporal. Propuso seis emociones básicas: felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, miedo y asco.
- **Mindfulness:** considerado como concentración mental, conciencia plena o atención mental, Para Kabat-Zinn (2003) mindfulness permite enfocar la atención en el presente o en una situación específica, permitiendo a las personas distinguir entre los pensamientos útiles e inútiles, además permite reducir el estrés y la ansiedad (Bown y Ryan, 2003; Chiesa y Serretti, 2009).
- **Recomendaciones:** Sugerencias que se emiten ante una determinada situación, se detecta un estado de ánimo y se sugiere una actividad que puede cambiar este estado a una situación mejor (Betancur, 2009; Castillejo y Barrietos, 2007).

#### 1.4.4. Metodología MEDIE\_LECOE

Contribución metodológica en el área de Interacción Persona Ordenador para el diseño de un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación.

#### 1.5. Publicaciones

El principal aporte de la tesis es una metodología para el diseño, desarrollo e integración en el aula de un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación (MEDIE-LECOE). Para la validación de la metodología se ha desarrollado Alcody.

El Compañero de Aprendizaje se ha integrado en las aulas de Educación Primaria de una escuela de España y Ecuador. Se evaluó tanto la validez de la metodología para diseñar e integrar el Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación en un entorno presencial y online. Además, también se evalúa el propio Compañero de Aprendizaje como sistema interactivo de aprendizaje para enseñar a niños de Educación Primaria por medio del acompañamiento emocional.

La difusión de las aportaciones y resultados alcanzados se han visto materializados en las siguientes publicaciones, ordenadas por fecha de publicación:

**Publicación 1: Urrutia, E. K. M.,** Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., & Tamayo, S. (2017). A first proposal of Pedagogic Conversational Agents to develop Computational Thinking in children. In Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 1-6).

**Publicación 2 – SJR: Ocaña, J. M. C., Morales-Urrutia, E.,** Pérez-Marín, D., & Tamayo, S. (2019). Gestión del diálogo de un Agente Conversacional Pedagógico para aprender a programar. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (E19), 239-251.

**Publicación 3 – SJR: Morales-Urrutia, E.,** Ocaña, J. M. C., Aguirre, J. L. S., & Pérez-Marín, D. (2019). Interfaz de usuario enfocado en el co-diseño con niños. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (E22), 147-160.

**Publicación 4:** Ocaña, J. M., **Morales-Urrutia, E. K.,** Pérez-Marín, D., & Tamayo-Moreno, S. (2019). How to Create a Pedagogic Conversational Agent for Teaching Computer Science. In Advanced Online Education and Training Technologies (pp. 114-134). IGI Global.

**Publicación 5: Morales-Urrutia, E. K.,** Ocaña, J. M., & Pérez-Marín, D. (2020). How to Integrate Emotions in Dialogues with Pedagogic Conversational Agents to Teach Programming to Children. In Innovative Perspectives on Interactive Communication Systems and Technologies (pp. 66-91). IGI Global.

**Publicación 6 – Congreso CORE A: Morales-Urrutia, E. K.,** Ch, J. M. O., Pérez-Marín, D., & Pizarro-Romero, C. (2020). Promoting learning and satisfaction of

children when interacting with an emotional companion to program. In International Conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 220-223). Springer, Cham.

**Publicación 7 - JCR Q1:** Ocaña, J. M., Morales-Urrutia, E. K., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2020). Can a learning companion be used to continue teaching programming to children even during the COVID-19 pandemic? IEEE Access, 8, 157840-157861.

**Publicación 8 - JCR Q1:** Morales-Urrutia, E. K., Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2021). Can mindfulness help Primary Education students to learn how to program with an emotional learning companion? IEEE Access, 9, 6642-6660.

**Publicación 9:** Morales-Urrutia, E. K., Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2020). ¿Pueden los niños aprender a programar usando un entorno de programación basado en texto con un agente compañero? Informática Educativa Comunicaciones, 32.

**Publicación 10:** Ocaña, J. M., Morales-Urrutia, E. K., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2021). How to create emotional learning companions to teach programming in Primary Education? (En este trabajo se describe la metodología MEDIE\_LECOE y MEDIE\_GEDILEC, actualmente se encuentra en revisión en el Simposio Internacional de Informática Educativa).

A continuación, se detalla un resumen de articulación de las fases de la metodología y las publicaciones desarrolladas (ver Tabla 1).

Metodología	Fases	Estudios realizados
MEDIE_LECOE Metodología para el Diseño de un Compañero de Aprendizaje emocional que enseñe programación:	● Fase 1: Comunicación con el equipo docente y expertos.	Publicación 1 Publicación 2
	● Fase 2: Codiseño con los niños.	Publicación 3
	● Fase 3: Rediseño de Compañero de Aprendizaje	Publicación 3
	● Fase 4: Adaptación emocional del Compañero de Aprendizaje	Publicación 5
	● Fase 5: Construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional.	Publicación 3 Publicación 5
	● Fase 6: Experiencia	Publicación 6 Publicación 8
	● Fase 7: Integración en el aula.	Publicación 6 Publicación 8 Publicación 9

Tabla 1. Resumen de Fases de la Metodología MEDIE -LECOE y las publicaciones realizadas (fuente: elaboración propia)

## 1.6. Organización

Este trabajo está organizado en cinco capítulos que son: la revisión teórica de los constructos teóricos, el estado del arte, propuesta metodológica, implementación de la metodología y finalmente las conclusiones y recomendaciones:

- En el Capítulo II se detalla la revisión de las teorías en las que se basa la enseñanza de la programación que seguirá el Compañero de Aprendizaje emocional como son el Constructivismo (Piaget, 1971), Construccionismo (Papert, 1999) y la Teoría de las emociones (Ekman et al., 1983).
- En el Capítulo III se ha realizado una revisión del estado del arte con el trabajo relacionado en enseñanza de la programación en Educación Primaria, Agentes Conversacionales Pedagógicos y Compañeros de Aprendizaje emocionales.
- En el Capítulo IV, se realiza el planteamiento de la metodología MEDIE\_LECOE.
- En el Capítulo V, se referencia la aplicación experimental de la investigación en sus siete fases:
  - Fase 1: Comunicación con el equipo docente y expertos.
  - Fase 2: Codiseño con los niños.
  - Fase 3: Rediseño.
  - Fase 4: Adaptación emocional.
  - Fase 5: Construcción del entorno de comunicación.
  - Fase 6: Experiencia.
  - Fase 7: Integración en el aula.
- En el Capítulo VI, se aportan las conclusiones como resultado de la investigación, así como el trabajo futuro.

## **CAPÍTULO II Marco teórico**

### **2.1. Constructivismo**

El constructivismo plantea que el conocimiento es construcción y que el desarrollo cognitivo es una continua formación de conocimiento, El constructivismo propicia una mayor eficiencia del aprendizaje orientado a la elaboración de nuevos conocimientos y del pensamiento productivo (Tovar, 2001).

El constructivismo pone énfasis en la construcción desde lo individual y privilegia los procesos internos, entendiendo que la realidad es construida por el ser humano, a partir de esquemas previos, que han sido asimilados por medio de la interacción con el mundo social a través del lenguaje (Celis y Rodríguez, 2016).

Desde esta visión se considera que el alumno debe ser visto como un ente proactivo por la forma en que aprende, adoptando la información nueva y adecuándose a su comprensión, en lugar de que el alumno se mantenga pasivo y solo adquiera información (Piaget, 1971), con el paso de los años se ha tenido diferentes contextualizaciones en el ámbito educativo y algunos filósofos como Jerome Bruner, Jean Piaget, Lev Vygotsky, John Dewey, entre otros, son reconocidos como las principales figuras del paradigma filosófico del constructivismo por sus grandes aportes (Honebein, 1996).

Sin embargo, pese a las inmensas contribuciones de todos estos exponentes del paradigma filosófico, Piaget (1971) es señalado como el padre del paradigma filosófico constructivista. Esto debido a que formalizó la teoría del constructivismo por medio de su explicación sobre los mecanismos a través de los cuales las personas internalizan la información para ayudarlos a construir conocimiento.

Es decir, que la información que va a ser aprendida debe tener cierta coherencia interna que favorezca su aprendizaje. El aspecto cognitivo toma en cuenta el desarrollo de habilidades de pensamiento y de procesamiento de la información. Por lo tanto, el conocimiento nuevo es interpretado y conectado por el conocimiento existente.

El paradigma filosófico del constructivismo para Honebein (1996), es un enfoque que afirma que las personas construyen su propia comprensión y conocimiento del mundo por medio de la experimentación con cosas y reflexiones sobre esas experiencias se podría decir entonces que las personas construyen en gran medida de lo que aprenden por medio de la experiencia que viven para adquirir este nuevo conocimiento.

Bruner (1996) estableció que el constructivismo, en el aprendizaje, es un proceso activo en el que los alumnos construyen nuevas ideas o conceptos basados en sus conocimientos actuales y pasados, por medio de la interacción y participación significativa en la vida social de un grupo, así como con el uso significativo del lenguaje, lo cual implica un proceso interpersonal, intersubjetivo y colaborativo de creación de conocimientos.

La articulación basada en el supuesto inmerso del constructivismo propuesto por Ausubel (1963) se basa en que: “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe”, de lo cual afirma que el sujeto relaciona las ideas nuevas que recibe con aquellas que ya tenía previamente, de cuya combinación surge una significación única y personal. Este proceso se lleva a cabo mediante la combinación de tres aspectos esenciales: lógicos, cognitivos y afectivos (Lamata y Domínguez, 2003).

Por otro lado, Fox (2001) se centra en las características que distinguen a la teoría del constructivismo, y las nombra un proceso activo, como un conocimiento construido, afirmando que todo conocimiento es personal y todo conocimiento es social. El conocimiento es esencial en todo proceso cognitivo porque da sentido al aprendizaje efectivo del mundo.

El conocimiento es una actividad que se da por medio de la construcción del ser humano: cada persona percibe la realidad, la organiza y le da sentido en forma de constructos, gracias a la actividad de su sistema nervioso central, lo que contribuye a la edificación de un todo coherente que da sentido y uniformidad a la realidad.

El proceso de aprendizaje no es un hecho aislado. Por el contrario, se trata de una serie de pasos concatenados que conducen a la integración y organización de ciertos contenidos, que van configurando una identidad propia en el individuo. Esta asimilación, integración y organización llevan, necesariamente, a un cambio, es decir, debe existir una diferencia entre la situación inicial y la final. En virtud de estas amplias definiciones, el constructivismo además de ser conocido como una teoría de la enseñanza, es también definido como una teoría de conocimiento y aprendizaje.

El constructivismo, analizado de forma detallada en el ámbito educativo, ha sido visto desde varias visiones. Mientras Piaget definía el constructivismo desde el sentido filosófico como constructivismo personal. Vygotsky (1978) enfatizó en el constructivismo social y Von Glasersfeld (1995) se centró en el constructivismo radical y se detuvo en los conceptos de epistemologías constructivistas y constructivismo educativo.

### **2.1.1. El constructivismo radical**

El constructivismo tiene sus orígenes con la filosofía de Giambattista, filósofo que mantuvo varias afirmaciones, tales como: “verum ipsum cogito cartesiano”, “lo verdadero es lo mismo que lo hecho”, manteniendo que la realidad no está fuera de quien lo observa, sino de alguna manera es construida por su aparato cognitivo entre sus afirmaciones diría “verum ipsum factum”, “solo podemos entender lo que somos capaces de hacer” (Giambattista, 1958).

Para Von Glasersfeld (1995) el conocimiento tiene un enfoque no convencional y la acción de conocer se basa en que el conocimiento está en la mente de las personas y que el sujeto cognoscente no posee otra alternativa que construir lo que conoce basado en su propia experiencia. Con esto Glaserfeld da origen al constructivismo radical, sosteniendo cuatro principios básicos:

1. El conocimiento no se adquiere al estar inmóviles, ni por los sentidos, ni por la comunicación, es construido por el sujeto que aprende.
2. El conocimiento es adaptable, tiende a ajustarse y a ser viable.
3. El proceso cognitivo sirve para organizar la experiencia del sujeto, no se basa en una realidad relacionada con la objetividad del mismo.
4. Existe una exigencia de que la construcción conceptual de conocimiento viene de la sociabilidad y, en este sentido, las otras subjetividades se construyen a partir de la experiencia del sujeto.

Se puede concluir entonces que la experiencia en la construcción del conocimiento es subjetiva y aunque puede existir razones para pensar que la experiencia de una persona puede ser similar a la de otra, no hay forma de comprender que en realidad sea la misma, el sujeto construye su conocimiento basado en su experiencia con el entorno.

### **2.1.2. Constructivismo cognitivo**

El constructivismo cognitivo tiene como base la teoría propuesta por Piaget (1971). Esta teoría a su vez se estructura en dos partes: "edades y etapas", que aborda lo que los niños pueden y no pueden comprender en diferentes edades, y una teoría del desarrollo que describe cómo los niños desarrollan habilidades cognitivas conforme van creciendo (Chambliss, 1996).

La teoría del desarrollo es la base principal de los enfoques constructivistas cognitivos de la enseñanza y el aprendizaje. La teoría del desarrollo cognitivo de Piaget refiere que, a los humanos no se les puede "dar" información para que la comprendan y usen, deben "construir" su propio conocimiento a través de experiencias dado que esto le permite crear imágenes mentales en su cabeza.

Para Piaget el conocimiento proviene de un proceso evolutivo en virtud de que se trata de una acción progresiva que avanza mientras el niño madura biológicamente lo que conlleva al desarrollo de estructuras cognitivas cada vez más complejas conforme a la interacción con el entorno en el que se desenvuelve como individuo.

Es así como Piaget, detalla en cuatro etapas al desarrollo cognitivo del ser humano (ver Figura 4).

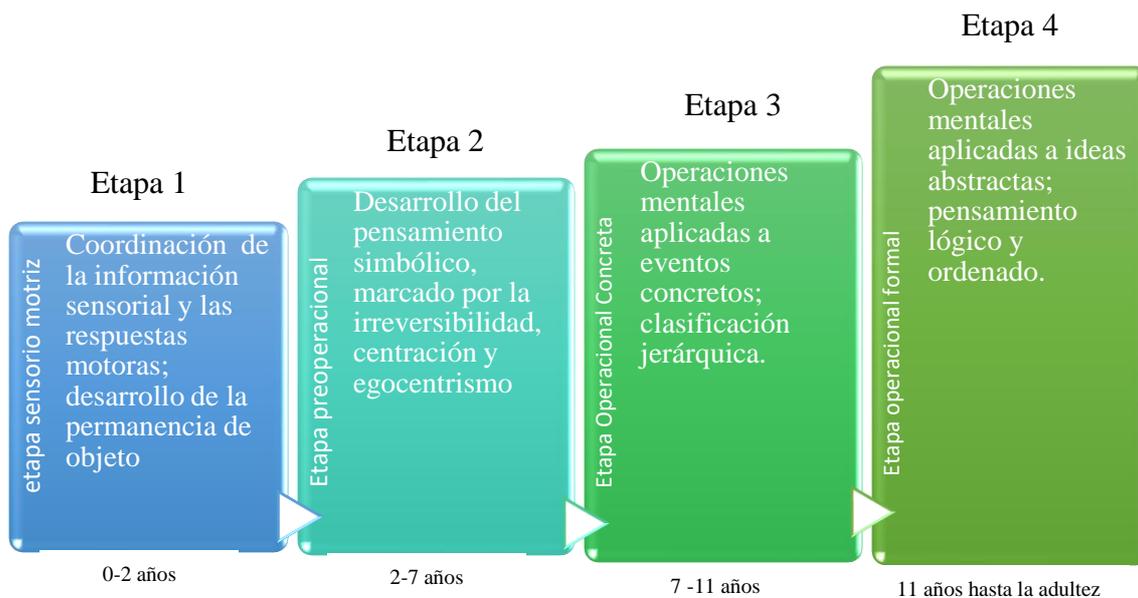


Figura 4. Etapas del desarrollo humano planteadas por Piaget (adaptado de: Piaget, 1980)

Para Piaget, el proceso de construcción de conocimientos es un proceso individual, que se da en la mente de las personas dado que ahí se encuentran almacenadas las representaciones del mundo. Por lo tanto, el aprendizaje es un relacionar la información nueva que se adquiere con la ya preexistente, lo que daría lugar a la reorganización, modificación y diferenciaciones mentales.

Para Papalia et al. (2017) basado en la teoría de Piaget que se fundamenta en que el aprendizaje se da por la interacción de dos procesos: la asimilación y la acomodación.

La asimilación es la interacción que el individuo tiene con los objetos del mundo a su alrededor y en este acto se apropia en su proceso de aprendizaje, la acomodación hace referencia al proceso que se da con respecto a la red cognitiva del sujeto y que contribuye a la formación de nuevas estructuras de pensamientos e ideas que a su vez favorecen una mejor adaptación al medio. Al integrarse las dos originan un nuevo proceso mental cognitivo, en el cual el individuo utiliza lo aprendido para potenciar su desarrollo y desempeño en el medio que se desenvuelve.

Bruner (1966) vio al aprendizaje como un proceso en el que los alumnos aprendían conceptos y la capacidad de resolver problemas a lo largo del camino. El alumno puede comprender conceptos, realizar organizaciones mentales para transformar lo aprendido de una manera nueva y transferir el conocimiento a situaciones nuevas.

### 2.1.3. Constructivismo sociocultural

Para Vygotsky (1978) la interacción social brinda a los alumnos un desarrollo intelectual y la adquisición de conocimientos sobre la cultura y el mundo. Vigotsky desarrolló el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP) y la describió como "la distancia entre el

nivel de desarrollo real determinado a través de la resolución independiente de problemas y el nivel de desarrollo potencial determinado mediante la resolución de problemas bajo la guía de un adulto o en colaboración con compañeros más capaces". Según Bruner (1997) "la ZDP es donde la pedagogía y la intersubjetividad entran en el cuadro vygotskiano".

Desde esta visión, adicional al lenguaje, el contexto cultural es necesario para el desarrollo cognitivo en la teoría de Vygotsky (Bruner, 1997).

Visto desde la perspectiva de Vygotsky: "Cada función en el desarrollo cultural del niño aparece dos veces: primero, en el nivel social, y luego, en el nivel individual; primero, entre personas (interpsicológico), y luego dentro (intrapsicológico). Todas las funciones superiores se originan como relaciones reales entre individuos humanos" (Vygotsky, 1978).

Para Vygotsky el proceso de construcción presenta tres rasgos definitorios: la unidad de subjetividad-intersubjetividad, la mediación semiótica y la construcción conjunta de relaciones asimétricas. La intersubjetividad es la compartición de códigos compartidos y la co-construcción con aceptación de la asimetría pueden lograrse porque, por medio de actividades simbólicas, los seres humanos tratan su entorno significativo como si fuera compartido (Serrano y Pons, 2011).

Los participantes en la construcción del conocimiento convierten los mensajes, asumiendo que la construcción de los conocimientos supone una interiorización orientada por los "otros sociales" en un entorno estructurado.

De esta manera el constructivismo sociocultural propone que una persona construye significados actuando en un entorno estructurado e interactuando con otras personas de forma intencional o no.

El constructivismo social, también es denominado constructo personal, dado que los individuos crean su propia versión de la realidad social basada en la interpretación que hace el individuo sobre su propia experiencia (Butt y Burr, 2004).

Para Vygotsky la relación entre los procesos sociales e individuales contrasta con el de Piaget de varias formas. Vygotsky da prioridad a la influencia social y lingüística en el proceso de aprendizaje y en la creación de significado.

El constructivismo se basa en que el conocimiento es el resultado de la interacción social y cultural. Por ello se la relaciona con la teoría socioconstructivista de Vygotsky afirmando que los procesos psicológicos superiores (lenguaje, comunicación y el razonamiento) se originan en un contexto social y posterior a ello se internalizan en el sujeto.

## **2.2. Construccionismo**

En el Instituto Tecnológico de Massachussets, Seymour Papert, desarrolló una teoría basada en el constructivismo de Piaget, quien basa su enfoque en que las ideas son entendidas y transformadas cuando se expresan por diferentes medios (Ruiz y Sánchez, 2012).

Papert (1999) afirma que “... he adaptado la palabra construccionismo a todo lo que tiene que ver con aprender construyendo, una idea que incluye la de aprender haciendo, pero va más allá de ella”.

La teoría construccionista se basa en que se logra un aprendizaje significativo cuando en el conocimiento de los niños se incluye la construcción de un producto pudiendo esto ser un ensayo, un poema, una historia, una receta, un programa, un robot tecnológico, etcétera.

Para Papert el construccionismo es sinónimo de constructivismo + tecnología. Esto quiere decir que la tecnología cuando se utilizaba para la construcción de nuevos productos tecnológicos mientras más sofisticado y significativo sea el producto que construye, más duradero en términos cognitivos será su aprendizaje.

El construccionismo de Papert se puede definir como una actividad que parte de la actividad física y potencia la actividad mental. Es decir, estimula las estructuras mentales basadas en estructuras físicas. Así lo que el sujeto cognoscente manipula, verbaliza, dibuja, crea, programa, etc., es lo que realmente aprende. Además, se fundamenta en la idea que el conocimiento se basa en el conocimiento existente y en el compartir nuevos conocimientos con otros es decir en la colaboración e interacción social.

El construccionismo se relaciona con las experiencias de la enseñanza en la medida que se da la oportunidad a los aprendices de hacer algo tangible o visual y que estén en la capacidad de crear algo, se propicia el diálogo, el trabajo colaborativo y cooperativo.

Habermas (1987) y Sandu (2016) proponen una versión particular del construccionismo que toma en cuenta la teoría de la acción comunicativa. Considerando que el proceso de construcción de la realidad toma la forma de una acción comunicativa, para obtener el consenso interpretativo entre la racionalidad del individuo y las estructuras constructivas comunicacionales diseñadas por el entorno hacia el individuo.

### **2.2.1. Ideas principales**

Piaget y Papert consideran a los niños como constructores de sus propias herramientas cognitivas, así como de sus propias realidades externas. Para ellos el conocimiento y el entorno están siendo constantemente reconstruidos a través de sus experiencias personales.

El construccionismo es una teoría de aprendizaje que posiciona al constructivismo en el centro del proceso de enseñanza/aprendizaje y es aplicable tanto a los procesos de aprendizaje de adultos como de niños.

Revalorar los estudios de Piaget permite concluir que el pensamiento concreto de los niños no es inferior al pensamiento lógico o formal de los adultos, sino que es más bien un prerrequisito para activar el aprendizaje y la teoría de procesos de construcción del aprendizaje (Ruiz y Sanchez, 2012).

El construccionismo está relacionado con la realización de experiencias en la enseñanza, en la medida en que otorga a los aprendices la oportunidad de hacer siempre cosas o realizar experimentaciones para que manipulen algo tangible o visual y creen algo.

Asimismo, propicia la discusión, cooperación y colaboración. Por ejemplo, las computadoras y la robótica juegan un rol importante en la teoría del construccionismo (Ruiz y Sanchez, 2012).

Según Papert (1993) el construccionismo es una pedagogía que va más allá del constructivismo piagetiano, que mira al niño como constructor de sus estructuras cognitivas, en interacción con el mundo.

El construccionismo también tiene la connotación de "conjunto de construcción", pensando en que el conjunto en el sentido literal puede compararse con un juego de legos, y puede incluir lenguajes de programación considerados como "conjuntos" a partir de los cuales se pueden hacer programas, y se trabaja con la cocina como "conjuntos" a partir de los cuales no sólo se construyen pasteles, recetas y formas matemáticas.

Uno de los principios matemáticos centrales es que la construcción que tiene lugar "en la cabeza" a menudo ocurre especialmente cuando se apoya en una construcción de un tipo más público "en el mundo": un castillo de arena o un pastel, una casa de Lego o una corporación, un programa de ordenador, un poema o una teoría del universo. Parte de lo que se expresa con la frase "en el mundo" es que el producto se puede mostrar, discutir, examinar, sondear y admirar (Papert, 1993).

Por lo tanto, el construccionismo busca, a diferencia del constructivismo, informar una pedagogía teórica, abordando directamente la cuestión de cuál es la mejor manera de ayudar a los alumnos a aprender.

Por el contrario, el constructivismo es una teoría de cómo aprenden las personas, independientemente de las circunstancias de ese aprendizaje, o si la enseñanza está involucrada en absoluto (Glaserfeld, 1998).

Como continúa diciendo Papert (1991), “la palabra n”, en el construccionismo en lugar de “la palabra v”, en constructivismo, tiene como objetivo tratar de teorizar estrategias que se encaminan a la forma en que las personas aprenden y cómo se les puede ayudar a aprender. Especialmente, a través del diseño de artefactos pudiendo estos ser de manejo manual o automático.

### **2.1.2. Construccionismo sociocultural**

El construccionismo social es una versión de Luckman y Berger (2001) quienes afirman que la realidad del conocimiento es una construcción social, ubicándolo dentro del proceso de un intercambio social desde el punto de vista del construccionismo. El proceso de comprensión es el resultado de una actividad cooperativa y activa entre personas que interactúan. El grado de asimilación prevalece o se mantiene a través del tiempo, sujeto a los acontecimientos de los procesos sociales como la comunicación, negociación conflicto, etc.

En este sentido, todo lo que se considera conocimiento, es el resultado del proceso de construcción social independientemente de que se lleven a cabo deliberadamente o no (Segre, 2016).

El conocimiento se comprende, o se aprende, de manera más activa por medio de interacciones directas y recíprocas cara a cara; que trascienden fronteras temporales y espaciales particulares.

El aprendizaje, que implica internalizar los roles y actitudes de otras personas significativas, pasa por diferentes secuencias y es un proceso tanto cognitivo como emocional (Berger y Luckman, 1967).

El construccionismo social, se muestra como las relaciones entre las personas y el contexto. Es por ello por lo que el ser humano aparece como un producto social. Así la ciencia no descubre realidades ya hechas si no que construye, crea e inventa escenarios: de esta forma intenta dar sentido a lo que ocurre el mundo, en la sociedad, en las personas (Segal, 1986).

El construccionismo social es una evolución del construccionismo con un énfasis en el entorno social mientras se involucra al estudiante en la construcción del artefacto (Shaw, 1996; Parmaxi et al., 2013).

Casi tres décadas después de la formulación del construccionismo de Papert, sus ideas siguen siendo relevantes, siendo la codificación una de las áreas en las que el construccionismo (social) se ha aplicado principalmente (Kafai y Burke, 2015; Kao y Harrell, 2017), tanto en contextos educativos formales como informales (Papavlosopoulou et al., 2017).

Al crear artefactos sociales significativos como los juegos, los niños se muestran capaces de aprender a programar. Usando ordenadores para enseñar programación a los niños, la teoría del construccionismo se puede poner en práctica (Kafai y Resnick, 2012).

El construccionismo social también es valioso para mejorar el entorno social (Kafai, 2006). Los niños pueden convertirse en productores de sus programas en un contexto social al interactuar con otros niños. Incluso cuando no sea posible la interacción cara a cara con los niños, la interacción con un Compañero de Aprendizaje puede mejorar la experiencia de codificar y crear programas.

Un último aspecto del construccionismo en relación con los sentimientos y las emociones, es que el aprendizaje también puede verse como la expresión de sentimientos personales (Segre, 2016). Existe una relación entre lo que siente el niño y su capacidad para codificar. Por tanto, es importante considerar los aspectos emocionales a la hora de enseñar programación.

### **2.3. Teoría de las emociones**

Las emociones son consustanciales en las personas, resultan necesarias para la supervivencia y están siempre presentes en el ser humano (Damasio, 1996; LeDoux, 1999). Las emociones suelen tener un efecto inmediato sobre las personas que las experimentan y sus consecuencias.

Estas cumplen un rol muy importante de mantenernos en contacto con la realidad (Arango, 2007). Las emociones resultan claves a la hora de interactuar dado que están relacionadas con los pensamientos e intenciones de las personas (Arango, 2007).

Desde la perspectiva de varios autores se puede decir que la emoción es un proceso adaptativo que forma parte de los procesos afectivos y esta suele ser breve, de gran intensidad y está asociada a un estímulo desencadenante que puede ser interno o externo (Zech et al., 2004). Para Izard (1971), la emoción es un concepto complejo con aspectos neurofisiológicos, neuromusculares y fenomenológicos.

Al nivel neuromuscular, la emoción es una actividad facial y respuesta corporal; a nivel neurofisiológico, actividad electroquímica en el sistema nervioso, y a nivel fenomenológico una experiencia motivacional. Para Bisquerra (2000) una emoción es un estado complejo del organismo caracterizado por una excitación o perturbación que predispone a la acción, es decir, que las emociones se pueden generar como respuesta a un acontecimiento interno o externo.

Ekman et al., (1983) define a la emoción como aquello que implica un patrón adaptativo de reacción corporal, en gran parte innato producto de la filogénesis, que tiene como componentes esenciales atributos fisiológicos y expresivos, en particular faciales, de

acuerdo con lo manifestado. Las emociones juegan un papel importante en cómo pensamos y cómo nos comportamos.

Para Ekman y Davidson (1994), las emociones son discretas y pueden distinguirse una de otra. Los datos de las emociones discretas incluyen expresiones faciales, fisiología vocal, entre otras. De acuerdo con esto se puede describir a estas seis emociones según lo manifestado por Ekman y Friesen (1978), psicólogo y antropólogo, quien, basado en sus estudios interculturales, postularon la existencia de seis emociones básicas en todos los seres humanos independientemente del contexto o raíces culturales de las que provengan las personas. Las emociones básicas según su propuesta serían felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, miedo y asco (ver Figura 5):

- **Enojo:** respuesta al bloqueo de una meta de importancia. El enojo también puede ser provocado por alguien que intenta agredirnos (física o psicológicamente) o a alguien que nos importa. El enojo a menudo implica el deseo de lastimar.
- **Miedo:** respuesta a la amenaza de daño, ya sea físico o psicológico. El miedo activa los impulsos de congelarse o huir. A menudo, el miedo desencadena el enojo.
- **Sorpresa:** respuesta a un evento inesperado repentino. Es la más breve de las emociones.
- **Tristeza:** respuesta a la pérdida de un objeto o persona al que uno está relacionado. La experiencia prototípica es la muerte de algún familiar. En la tristeza puede darse la angustia que desencadena en agitación y protesta por la pérdida y luego volver a la tristeza otra vez.
- **Asco:** repulsión ante la vista, el olor o el sabor de algo; el asco también puede ser provocado por personas cuyas acciones son repugnantes o por ideas ofensivas.
- **Felicidad:** sentimiento que disfruta y busca la persona.

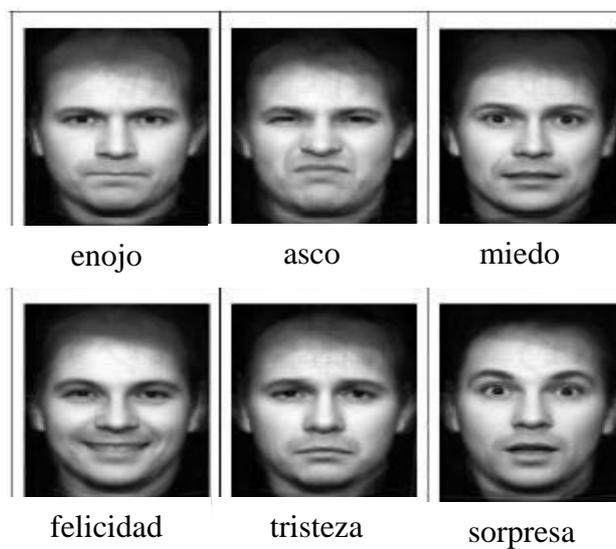


Figura 5. Imagen referencial de emociones básicas (fuente: Ekman et al., 1983)

## **CAPÍTULO III Estado del arte**

### **3.1. Enseñanza de la programación**

En el ámbito educativo existen varios factores a considerar a la hora de aprender con las asignaturas básicas como Lengua y Literatura las mismas que han permitido establecer una adecuada comunicación. Mientras, Matemáticas y las otras materias experimentales como Física, Química, Biología y las materias relacionadas con las Ciencias Sociales como Historia, Arte, Música, Economía, Filosofía, ha permitido desarrollar otras habilidades en los estudiantes.

En el mundo globalizado actual los niños y jóvenes necesitan aprender también un lenguaje digital con la finalidad de prepararlos en competencias digitales como lo es la programación. Este debe estar desde la forma de resolver problemas. A esta nueva forma de aprender se lo cataloga como alfabetización digital indispensable en las nuevas sociedades.

Es por ello por lo que en España en el año 2014 redactaron la declaración por la Inclusión de Asignaturas Específicas de Ciencia y Tecnología Informática en los Estudios Básicos de la Enseñanza Secundaria y Bachillerato (Canaleta et al., 2014).

Sin embargo, en España, no es obligatorio cursar la materia informática desde Educación Primaria, en Educación Secundaria se profundiza sobre programación y en Bachillerato se profundiza en conocimientos de ciencia informática (Velázquez Iturbide, 2018).

Se destaca el proyecto TACCLE 3 – Coding, que es un proyecto referente que trabajo con niños de 4 a 14 años orientado a introducir a la programación a los niños, financiado por la Unión Europea en el programa Erasmus + KA2 aplicado de septiembre 2015 a agosto 2017. El proyecto va enfocado a docentes con actividades que le facilitan el proceso de enseñanza de programación. Las actividades están formadas por un resumen, una breve descripción, la edad a la que está dirigida la actividad, las habilidades que se van a desarrollar, el objetivo y las herramientas. Además, por medio del portal web (HTTP1) las actividades propuestas permiten que los docentes puedan incluirlos en las aulas dentro de los procesos de enseñanza de programación (García-Peñalvo, 2016).

Las competencias que se desarrollan al escribir código en un lenguaje informático es la parte más visible de esta forma de pensar, de organizar ideas y relacionarlas, y de representar conocimiento de una manera lógica (Llorens Largo, 2015).

Es por ello que estudiar las habilidades computacionales en la Educación Primaria y secundaria se ha convertido en un factor importante. Aprender a codificar y desarrollar el pensamiento lógico son habilidades que contribuyen al proceso de aprendizaje de los niños, ayudándolos a enfrentar diversas situaciones que encontrarán en la vida y

permitiéndoles una mejor colaboración entre humanos y máquinas (Papadakis et al., 2016).

En los años 2014-2015, Inglaterra comenzó a exigir que todos los alumnos aprendan informática comenzando en el jardín de infantes (Furber, 2012). Inglaterra es uno de los pocos países que ha hecho de la enseñanza de la programación una parte obligatoria de la Educación Primaria. A partir de septiembre de 2014, todas las escuelas primarias de Inglaterra debían enseñar el nuevo plan de estudios nacional de informática, que incluye aprender sobre cómo funcionan los sistemas computacionales, usar la tecnología para desarrollar ideas y diseñar y construir sus propios programas (Benton et al., 2017).

Al igual que la educación finlandesa, ahora requiere que la informática se integre con todas las demás materias. Australia también ha incluido la programación a partir del segundo grado como parte de su nuevo estándar de tecnologías digitales (ACARA, 2016).

Grecia también ha solicitado que los estudiantes comiencen a aprender a codificar comenzando en 3.er grado. En Corea del Sur, el diseño de software se ha convertido obligatorio en la escuela secundaria en 2018 y en la escuela primaria en el 2019 (Young, 2016).

En Japón, en abril de 2016, el Primer Ministro Shinzo Abe declaró en el Consejo de Competitividad Industrial que Japón hará que la educación en programación sea obligatoria desde la escuela primaria y secundaria.

Esta declaración tuvo un gran impacto en toda la sociedad de Japón, incluidas las industrias y los gobiernos locales, así como los padres, los profesores y las escuelas. (Kanemune et al., 2017).

El Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología (MEXT) aplicó esta política en los cursos de estudios publicados en los años 2017 y 2018 e implementados más allá del 2020.

Patrones similares se han replicado en gobiernos con sistemas educativos descentralizados en España (Valverde et al., 2015), Hong Kong (Wong et al., 2015), Alemania (Delcker y Ifenthaler. 2017) y EE. UU. (CS4RI, 2016; Ribeiro 2013; Smith, 2015). Esta acción ha generado que se vayan desarrollando políticas donde más profesores enseñan informática a niños cada vez más pequeños.

La tendencia de la enseñanza de programación ha tomado fuerza en varios países. Heintz et al., (2016) muestran cómo Australia, Inglaterra, Estonia, Finlandia, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia, Corea del Sur, Polonia y Estados Unidos han incluido las ciencias de la computación en su educación K-12 destacaron que la programación suele ser obligatoria en Educación Primaria y optativa en Educación Secundaria.

A continuación, se muestra los países en los cuales se enseña a programar en Educación Primaria y secundaria (ver Tabla 2).

<b>País</b>	<b>Ed. Primaria</b>	<b>Ed. Secundaria</b>
Australia	Obligatoria	Obligatoria
Inglaterra	Obligatoria	No obligatoria
Estonia	Obligatoria	Obligatoria
Finlandia	Obligatoria	No obligatoria
N. Zelanda	No obligatoria	Optativa
Noruega	No obligatoria	Optativa
Suecia	Obligatoria	Optativa
Korea Sur	Obligatoria	Optativa
EE. UU.	No obligatoria	Optativa
Macedonia	Obligatoria	No obligatoria

Tabla 2. Tendencias de la enseñanza de la programación en Educación Primaria y secundaria a nivel mundial (fuente: Heintz et al., 2016)

La programación se considera como una habilidad fundamental del siglo XXI e incluso puede considerarse una forma de alfabetización (Kafai et al., 2014). Durante décadas se han realizado esfuerzos para introducir a los niños en la programación.

Esto se remonta a finales de la década de 1960 y al lenguaje de programación Logo, al que Seymour Papert añadió la idea de los gráficos Turtle (Abelson y DiSessa, 1981) para apoyar las operaciones de dibujo, al igual que la extensión al dibujo del mundo real por un robot controlado por Logo, incluso hoy en día, los gráficos de Logo y Turtle todavía se utilizan para enseñar programación (Hromkovic, 2012), a niños en las escuelas primarias (Serafini, 2011) y en el jardín de infantes (Fessakis et al., 2013). Se considera que “La vieja idea de los gráficos Turtle todavía tiene un potencial enorme” (Oldenburg et al., 2012).

La enseñanza de programación hace referencia a la complejidad que incluye el dominio de conocimientos relacionados con conceptos abstractos y el riguroso desarrollo de habilidades cognitivas prácticas, como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la abstracción de alto nivel (Moser, 1997). Para muchos estudiantes, la programación es uno de los aspectos más desafiantes de las ciencias de la computación (Jenkins, 2002). Considerándose que por años el aprender a programar es una asignatura básica para los estudiantes que están estudiando una carrera en las áreas de informática y computación.

Sin embargo, el aprendizaje de las asignaturas de programación es una de las más difíciles y complejas (Arévalo y Solano, 2013; Soler y Lezcano, 2009). Los estudiantes siempre han mostrado dificultad para asimilar nociones abstractas, por lo que en los cursos se muestran altas tasas de reprobación y abandono (Checa, 2011). Para aprender a programar es necesario conocer las estructuras de programación y fundamentalmente resolver muchos ejercicios: "Para aprender a programar hay que programar" (Sánchez-Ledesma et al., 2013).

### 3.1.1. Motivación

La enseñanza de la programación está centrada en diversas pedagogías y enfoques educativos uno de principales promotores es Papert (1980). La creación de un programa informático utilizando un lenguaje de programación requiere varias habilidades que básicamente implican la capacidad de manipular un conjunto de abstracciones interrelacionadas para resolver problemas (Chesñevar, 2000). La programación está considerada como una actividad que requiere el uso de ambos lados del cerebro. Se requiere razonamiento lógico-verbal para diseñar e implementar software correctamente (Naps, 2002).

Se considera una actividad cognitiva de alto nivel, y diferentes investigadores coinciden en que es necesario desarrollar representaciones abstractas en forma de estructuras lógicas. Los modelos mentales (también conocidos como esquemas) juegan un papel importante en la comprensión de los programas (Cruz y López, 2007). La resolución de problemas suele implicar un esfuerzo intelectual y el diseño de un conjunto de pasos que permitan llegar a la solución del problema (Willging et al., 2010).

En la educación de ciencias de la computación se necesita ayudar a los estudiantes a interiorizar los conceptos difíciles que enfrentan en la programación, al apoyarlos en este proceso de apropiación de conocimientos serán capaces de promover la comprensión y mejorar el proceso de la programación basado en la confianza de tener la capacidad para realizar tareas de programación.

Para orientar la enseñanza de programación se parte de tres principios (Sentance et al, 2019):

1. Mediación por medio del lenguaje. Promover el diálogo para fomentar la construcción social del conocimiento. Es decir, a través de la programación entre pares o por medio de tareas colaborativas, la enseñanza de programación debe facilitar la discusión constructiva en torno a conceptos e instrucciones de programación.
2. El aprendizaje pasa del plano social al plano cognitivo. Para utilizar programas que crean códigos y estructuras de programación se requiere primero que estos existan en el plano social antes de que el alumno lo entienda. Por ello, las tareas de programación deben estar cuidadosamente planteadas para que estén dentro de la zona de desarrollo próximo del estudiante. Se permite así que la complejidad para el alumno vaya creciendo progresivamente y que implique por parte de los alumnos la resolución de problemas de forma independiente y creativa a medida que estos estén comprendidos e interiorizados.
3. El papel del "otro más informado". El trabajo cooperativo entre pares donde prime uno con más conocimientos y este le pueda explicar y aclarar las dudas a medida que la complejidad vaya incrementando. No se debe dejar de lado que todas las actividades deben estar claramente diseñadas dentro del marco de conocimientos que los alumnos tienen.

En la educación actual se incluye el conocimiento informático sobre programación, lo cual es una tarea desafiante (Apiola y Tedre, 2012; Donchev y Todorova, 2013).

Esto se refleja en una serie de estudios con evidencia emergente de que algunos de los conceptos más difíciles, como inicialización, variables y bucles, deben enseñarse explícitamente (Hubwieser et al., 2014)

Una habilidad importante, es la escritura del código, Resnick (2012), Rogalski y Samurcay (2010) afirman que el aprendizaje de programación es un proceso cíclico. Para la enseñanza de programación se deben realizar varias tareas para diseñar algoritmos que permitan resolver problemas, encontrar y resolver errores y programas de prueba (Yadin, 2013). A esto, Gomes y Mendes (2007) añaden que se debe trabajar de igual manera en la capacidad de transferir conocimiento y pensamiento crítico como habilidades requeridas a la hora de programar.

Como apoyo a la enseñanza de programación Resnick (2013), manifiesta que la programación de computadoras (codificación), debe ser considerada como una "extensión de la escritura", que apoya la escritura de "nuevos tipos de cosas", incluyendo cuentos, juegos y animaciones.

### 3.1.2. Metodología

#### 3.1.2.1. MECOPROG

Si bien no existe una metodología específica para la enseñanza de programación, Pérez-Marín et al., (2018), proponen el uso de metáforas para relacionar a los niños con conceptos básicos de programación y que especifica 4 grupos de metáforas (ver Figura 6).



Figura 6. Grupo de metáforas (fuente: Pérez-Marín et al., 2018)

Las metáforas se centran en los conceptos, proporcionan a los estudiantes una adecuada organización de las ideas y un modo de pensar más directo. Además, para utilizar metáforas no se requiere de un software ni un hardware especial, únicamente el lenguaje que permita a los profesores convertir conceptos difíciles y abstractos en ideas más simples y fáciles de adquirir.

En la investigación de Hijón-Neira et al., (2017), se trabaja cuatro pasos sucesivos para manejarlo en un curso normal de programación, (ver Figura 7).

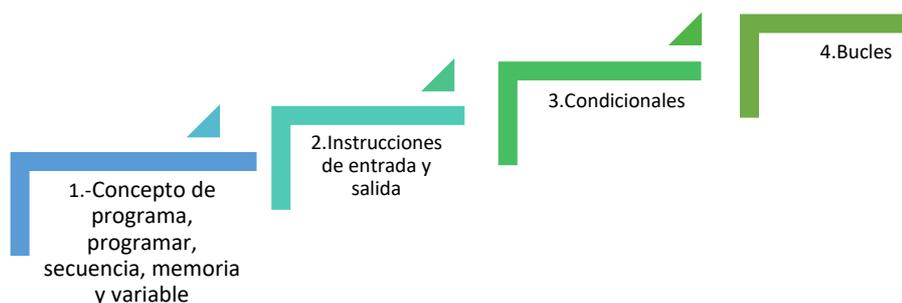


Figura 7. Pasos para manejo de un curso de programación (adaptado de Pérez-Marín et al., 2018)

Como parte de la validación de la metodología adecuada para la enseñanza de programación, en el estudio publicado por Pérez-Marín et al., 2020 se plantea el uso de metáforas para introducir a los niños a los conceptos básicos de programación de acuerdo con la metodología MECOPROG. El estudio se realizó con 132 alumnos de Educación Primaria entre 9 y 12 años los cuales trabajaron con metáforas y un método basado en bloques. Las metáforas se han seleccionado específicamente para captar la atención de los estudiantes y acercar el mundo de la programación a sus actividades cotidianas.

Los ejercicios trabajados con los estudiantes en la validación de la metodología MECOPROG utilizados fueron:

- **La metáfora de la entrada:** cómo comer algo con la boca, y cómo lo procesa su sistema digestivo hasta que pasa a través del se utiliza el recto (salida). De esa forma, los estudiantes comprenderán que pueden **ingresar datos en el ordenador (entrada), ejecutar un programa y producir un resultado (salida)**.
- Para comprender el **concepto de memoria** del ordenador se explica la **metáfora de la despensa:** el concepto de datos se explicó comparando los ingredientes necesitados para realizar una receta de Thermomix con los datos que un ordenador necesita para ejecutar un programa. Además, la metáfora de la despensa también puede utilizarse para explicar el concepto de variables como una metáfora de cajas: Cómo la comida está organizada en la cocina: huevos en su caja, fruta en su frutero, etc. para que el ordenador organice los datos en cajas dentro de su memoria como variables.

- Para explicar **condicionales** se utilizó una **nevera inteligente como metáfora**: a los estudiantes se les dijo que el frigorífico tiene un sensor para detectar cuántos trozos de comida contiene. Por ejemplo, se dijo a los niños que se imaginaran que son los encargados de servir el postre a su familia en la cena y que un frigorífico inteligente sabría cuántos familiares miembros hay y, por lo tanto, cuántas piezas de fruta necesitarían.
- Para **los bucles**, se utilizó una **metáfora de batidora manual**, al igual que una batidora de mano repite el mismo movimiento una y otra vez, un bucle repite el mismo comando una y otra vez hasta que una condición es cumplida. A los estudiantes se les dice que la condición en el caso de la batidora de mano consiste en batir los huevos cinco veces.

La aplicación de estas metáforas se la hizo a la par con ejercicios resueltos en Scratch, (ver Figura 8) donde los estudiantes iban demostrando la lógica comprendida para la resolución de los planteamientos.

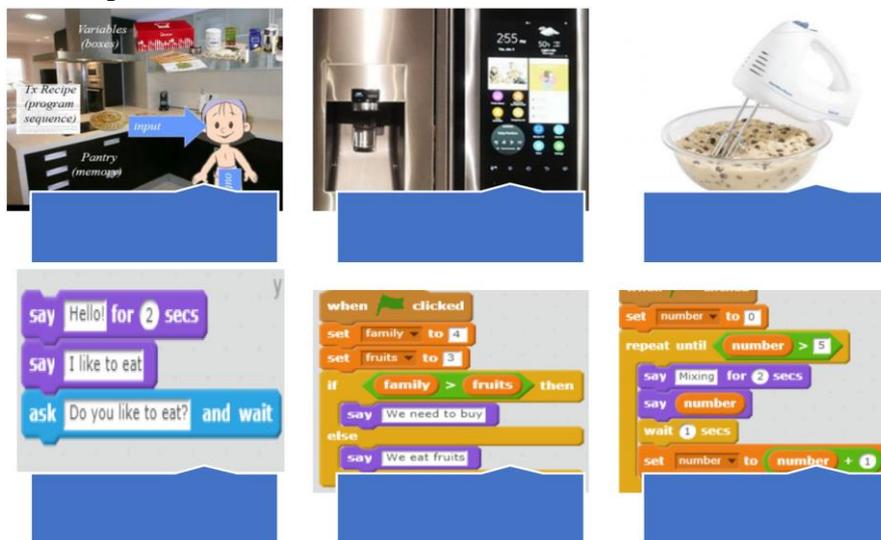


Figura 8. Ejercicios resueltos (fuente: Pérez – Marín et al., 2020)

### 3.1.2.2. Gamificación

En la actualidad los procesos de aprendizaje han ido evolucionando y convirtiéndose en procesos más activos que causan atracción en los educandos y más ahora en las nuevas generaciones que usan activamente las tecnologías digitales, hoy se habla de usuarios nativamente digitales, que aprenden a través de la interacción utilizando la tecnología (Prensky, 2007).

Los educandos de hoy en día son más intuitivos y prefieren descubrir contenidos de manera autónoma por medio de búsquedas en Internet, esto los lleva a pasar muchas horas más conectados a un ordenador lo cual ha hecho que pasen tiempo también jugando, actividad que hoy en día es muy común para ellos (Briggs, 2005).

En tal virtud los juegos han tomado fuerza para utilizarse en la educación de estas nuevas generaciones. Así que algunos docentes consideran como una buena iniciativa la utilización de la gamificación en los procesos de enseñanza del aula, intentado así incrementar el compromiso, la motivación al realizar las tareas diarias (McGonigal, 2011; Yu-kai, 2015; Zichermann y Cunningham, 2011).

La gamificación consiste en la utilización de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en contextos que no son juegos para involucrar a los usuarios y resolver problemas (Zichermann y Cunningham, 2011; Werbach y Hunter, 2012). Huizinga (2020) en su libro "Homo Ludens" describe los juegos como una actividad libre y voluntaria. Estos se llevan a cabo en un tiempo y espacio previamente especificado, siguiendo reglas estrictas. Por lo general un juego debe promover a que se adquiera emociones positivas y reducir los niveles de tensión. El uso de elementos de juego y sus técnicas de diseño, en un contexto ajeno al juego, es lo que se conoce como gamificación (Deterding et al., 2011).

En un sentido general, la gamificación es el proceso que integra el pensamiento de juego con mecanismos para atraer usuarios y hacer que resuelvan problemas (Zichermann y Cunningham, 2011). Esta definición se puede utilizar con cualquier situación, sin embargo, en el ámbito educativo la gamificación es considerada como el uso de elementos de juego para motivarlos e integrar a los estudiantes, impulsando a la acción y desarrollando el aprendizaje y la resolución de problemas (Kapp, 2012).

La incorporación de varios elementos de juegos en contextos que no son juegos es considerada como la gamificación en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Es un área que ha tomado mucho auge en el campo de la educación por las posibilidades que brinda de interacción y motivación en los estudiantes.

El argumento principal es que la dinámica de los juegos puede incrementar la atención de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje mejorando también su satisfacción con este proceso (Martí et al., 2015). El uso pedagógico de los juegos a una edad más temprana es una parte natural del aprendizaje y, en última instancia, muchos de los juegos de mesa también se crean con fines pedagógicos (Szászné, 2004).

Los objetivos en una actividad gamificada marca la diferencia con los juegos, para (Zichermann y Cunningham, 2011; Werbach y Hunter, 2012) los educadores lo han estado aplicando durante mucho tiempo. Los maestros están utilizando juegos y canciones para involucrar a los niños y jóvenes desde los primeros años de escolaridad. En nuestra sociedad moderna, los juegos parecen superponerse a la infancia y también aparecen entre los adultos (por ejemplo, en el caso de la industria de los videojuegos).

Se cree que los juegos como videojuegos, acertijos, juegos de mesa, deportes entre otros deben mantener tres atributos principales el voluntariado, la motivación y la auto existencia estas deben darse de manera simultánea. Aczél (2015), define el

comportamiento basado en el juego como una competencia clave, entre otras características como metas, simbolismo e idea.

Además, se afirma que los juegos por si solos no tienen el objetivo de crear valores fuera de una realidad alternativa, incluso si eso sucede. Si no hay una experiencia particular durante el juego (solo aprendizaje), no podemos definir la actividad como un juego.

Según el libro de Pukánszky (1996), en todas las épocas hubo personas que vieron los juegos como poderosas herramientas de aprendizaje de las experiencias de juego desde el punto de vista didáctico y educativo se deben considerar tres aspectos (ver Figura 9):

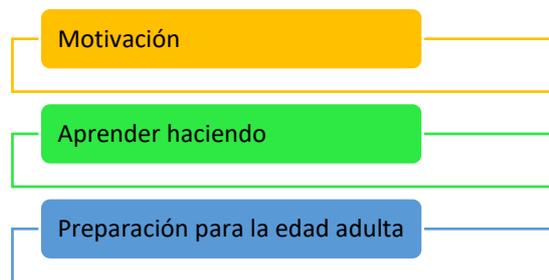


Figura 9. Aspectos a considerar de la gamificación (fuente: Pukánszky, 1996)

En los últimos años, la gamificación se utiliza como método para motivar a los estudiantes a realizar determinadas actividades o tareas que normalmente no harían. En ciertas investigaciones hacen uso de la gamificación como una herramienta eficaz para mejorar el desempeño de los estudiantes en diferentes tipos de cursos (Pineda-Corcho, 2014).

En los últimos años se ha trabajado en la aplicación de los principios básicos de la gamificación a la educación, y en particular al aprendizaje de la programación (Kumar, 2015; Bozorgmanesh et al., 2011).

Para Valencia (2020), el diseño del material gamificado debe tener las siguientes consideraciones:

- Delimitación de la actividad.
- Estructuración de las actividades por contenidos e interacción.
- Diseño de la interfaz: forma, color, sonido y narrativa.
- Determinación de la interacción en cada actividad.
- Tabla de posiciones: puntos, premios, accesibilidad, complejidad y competencia.

### 3.1.3. Aplicaciones prácticas para la Enseñanza de Programación

Por la década de los 60's, Papert trabajó con Piaget, y las ideas sobre el desarrollo intelectual, enmarcadas por Piaget como la epistemología genética, se convirtieron en una base para el deseo de Papert de construir entornos en los que los niños estuvieran

motivados a pensar matemáticamente, las opciones de personalización y adaptación son necesarias para cualquier entorno de enseñanza.

Papert y su equipo en el MIT inventaron un nuevo lenguaje de programación llamado Logo para promover estas ideas e investigar la naturaleza de la resolución de problemas. Los diseñadores de Logo aprovecharon hábilmente el interés natural de los niños pequeños por el dibujo y la animación ofreciéndoles el control de programación sobre la tortuga, un objeto en pantalla que se movería y dibujaría de acuerdo con instrucciones como “forward 50 y left 90”.

Animando por medio de esta aplicación a los niños para que puedan construir proyectos de programación definiendo nuevos procedimientos sobre la base de comandos primitivos o definiciones previas. En el entorno de LOGO, la programación aparece cuando los niños interactúan con la tortuga, que se activa en respuesta a los comandos de los niños.

Existen diferentes programas que se han desarrollado basados en este principio del construccionismo y que promueven el acercamiento de los niños a la creación de objetos por medio del aprendizaje de programación entre ellos se puede describir a los siguientes:

### **3.1.3.1. Logo**

Diseñado (desde 1967) para instituciones educativas con la finalidad de contribuir con una aplicación que permita a los usuarios un acercamiento más real a la elaboración de objetos por medio de códigos e instrucciones, este fue el propósito de Wally Feurzeig, Seymour Papert y Cynthia Solomon (Papert, 1980).

Su sintaxis fue influenciada por Lisp (**LIS**t Processor) y LOGO con una apariencia que presentaba un entorno gráfico, al principio y que permitía que por medio de las instrucciones que ingresaba el usuario programador pudiera dirigir a una "tortuga" (un pequeño triángulo isósceles en el que el ángulo más agudo marca la cabeza) moviéndole por la pantalla, posiblemente dejando un rastro de color.

Este programa inicialmente estaba orientado para ayudar a los alumnos de 10 a 12 años con la autoidentificación de que los movimientos que realizará debían tener una clara correspondencia con sus movimientos en el mundo real, (aunque la tortuga se mueve en un espacio 2D).

Los patrones dibujados por la tortuga pueden ser la forma en que los estudiantes desarrollan su comprensión de la geometría 2D, descubriendo en el proceso incluso principios matemáticos como el hecho de que un círculo puede aproximarse por un gran número de segmentos rectos (Abelson y DiSessa, 1986).

La programación con el tiempo se convirtió solo en un medio de expresión, pero con un gran potencial epistémico. De acuerdo con Papert (1980): “al enseñarle a la computadora a pensar, los niños se embarcan en una exploración sobre cómo piensan ellos mismos. La experiencia puede ser de gran utilidad: pensar en pensar convierte a cada niño en un epistemólogo, una experiencia que ni siquiera comparten la mayoría de los adultos”.

### **3.1.3.2. Smalltalk**

Smalltalk (Goldberg y Kay, 1976) se fundamenta en el aprendizaje constructorista, cuya base se fundamenta en LOGO y Lisp, fue diseñado para una audiencia general, ya que todos debían sentirse cómodos y seguros con la programación. Esto estuvo combinado con ideas sobre pedagogía, psicología y matemáticas de María Montessori, Seymour Papert y Jerome Bruner (Kay, 1993).

Aunque fue diseñado para fomentar una experiencia de aprendizaje personal, Smalltalk no estuvo orientado específicamente para niños, tuvo una amplia audiencia profesional.

Smalltalk introduce la idea de que todo sistema es programable: de hecho, la propia cadena de herramientas y la aplicación que un programador está escribiendo son indistinguibles y disponible para modificaciones, incluso en tiempo de ejecución.

Un sistema Smalltalk orientado para niños fue diseñado más tarde como una evolución de Squeak Smalltalk: E-toys (Kay et al. 1997) proporcionó un mundo de personajes divertidos que pueden moverse (al mismo tiempo) alrededor de la pantalla programándolos en Smalltalk.

### **3.1.3.3. Scratch**

El 15 de mayo de 2007, se puso a disposición del público gratuitamente una herramienta de programación. Scratch (HTTP2) desarrollado por Lifelong Kindergarten Group del MIT Media Lab, la cual brinda facilidades de aprendizaje a través del proceso de experimentar, ya que anima a los alumnos a participar en experiencias de aprendizaje creativas y expresar sus ideas mediante el código (Tsur, 2017).

Por lo tanto, Scratch (ver Figura 10) ayuda a los estudiantes a pensar de manera creativa, razonar sistemáticamente y trabajar en colaboración; todas habilidades esenciales requeridas para el siglo XXI (Papadakis et al., 2017; Kalelioglu y Gülbahar, 2014).

La intención original de enseñar Scratch (ver Figura 10), era presentar la programación a los alumnos (Resnick et al., 2009), motivarlos a programar (Wolz et al., 2008) y enseñarles a pensar sistemáticamente (MIT Media Lab., 2003).

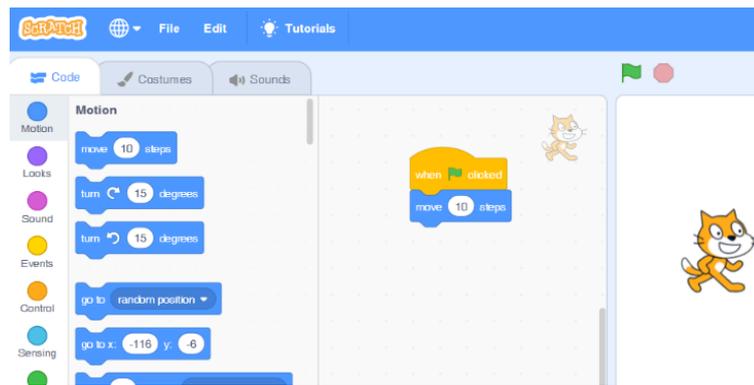


Figura 10. Interfaz de Scratch (fuente: HTTP2)

El entorno de aprendizaje de Scratch presenta un lenguaje visual amigable que fomenta métodos activos, con un aprendizaje basado en proyectos y un rol enfocado en la actividad de los estudiantes.

Scratch es una de las herramientas más populares utilizadas para introducir a los estudiantes a la programación (Evangelopoulou y Xinogalos, 2018).

Scratch, contiene la mayoría de los conceptos introductorios de programación, por ejemplo, variables, estructuras para la toma de decisiones y los bucles (Ford, 2009), que están representados de una manera colorida y visual.

Los tipos de datos numéricos, de cadena y booleanos están representados por las formas de ranuras de parámetros incrustadas en bloques de programación (Maloney et al., 2010). Scratch no es un lenguaje de programación orientado a objetos. Puede describirse como un lenguaje basado en objetos (Harvey y Mönig, 2010; Maloney et. al, 2010).

Una gran característica de Scratch es que no se muestra ningún error de escritura o falta de memoria de la sintaxis involucrada en los "errores". La única posibilidad de un resultado no deseado es el error semántico (Topalli y Cagiltay, 2018).

Dado que los principiantes no son intimidados por el compilador, ya que no tienen que escribir códigos siguiendo reglas sintácticas rígidas, la programación es más significativa y divertida dentro de Scratch (Wilson y Moffat, 2010).

Scratch puede tener varios usos de programación desde realizar historias interactivas, juegos, animaciones, música hasta arte (Tsur, 2017; Moreno-León et al., 2017; Papadakis et al., 2014).

Esas creaciones se las conoce como proyectos. Scratch toma las bases de Papert acerca del enfoque "construccionista" de la tecnología, en el que los niños construyen conocimiento creando proyectos personalmente significativos, sobre entornos abiertos, con más control sobre su proceso de aprendizaje (Tsur, 2017).

Un proyecto Scratch contiene un conjunto de actores que pueden tener comportamientos, definidos a través de los comandos del lenguaje, y actúan en un escenario o pantalla. Estos proyectos pueden personalizarse mediante la inclusión de fotografías, extractos de voz, clips musicales, etc., además se pueden compartir, reutilizar o desarrollar en colaboración con otros a través del sitio web (Resnick et al., 2009).

El entorno ofrece un editor online, offline y una comunidad online con millones de usuarios que comparten y reutilizan proyectos (Evangelopoulou y Xinogalos, 2018; Buitrago Flórez et al., 2017). Esto tiene como objetivo permitir y desarrollar la creatividad de los niños, pero también introducirlos en la programación de una manera divertida (Wilson y Moffat, 2010).

Otra característica del entorno Scratch (Maloney et al., 2010) es particularmente el enfoque constructorista, el código se ejecuta constantemente y se puede cambiar sobre la ejecución, viéndose inmediatamente los cambios en tiempo de ejecución. Esto anima a los usuarios a jugar con el código. funcionamiento que un programa que no se ejecuta (o compila)” (Maloney et al., 2010).

Recientemente, se han originado varios entornos de desarrollo basados en bloques que se han ido publicando en navegadores web (incluso la última versión de Scratch ha migrado a la web). Sin embargo, Scratch sigue estando disponible en la versión de descarga para escritorio).

### 3.1.3.4. Snap! 8

Originalmente es un lenguaje de programación visual, de bloques de arrastrar y soltar (ver Figura 11). Está inspirado en Scratch con una interfaz similar, con la finalidad de apoyar la enseñanza y aprendizaje de la informática.



Figura 11. Interfaz de Snap! 8 (fuente: HTTP3)

### 3.1.3.5. Alice 3

El enfoque Scratch también se adaptó a la programación convencional, como es el caso de Alice (Dann et al., 2008) los bloques visuales son de hecho instrucciones de Java. Los mundos de Alice son 3D (ver Figura 12), esta versión lo hace muy atractivo para los alumnos, que pueden programar animaciones 3D con diversas complejidades, dado que permite mover objetos en un espacio 3D, generando ambientes no triviales.



Figura 12. Alice 3 BETA (fuente: Dann et al., 2008)

### 3.1.3.6. Blockly10 de Google

Permite programar tanto con bloques como con lenguajes de programación textual (Javascript y Python): el programador puede ver el código fuente en diferentes formas intercambiables. MIT ha desarrollado una versión de Blockly, (ver Figura 13), que se puede utilizar para crear aplicaciones de Android, para ser ejecutadas en teléfonos móviles y que pueden aprovechar los sensores y Google servicios como mapas (App Inventor 11, Seraj et al., 2019)

### 3.1.3.7. Pocket Code

Permite la creación de juegos, historias, animaciones y muchos tipos de otras aplicaciones directamente en los teléfonos o tabletas, enseñando así habilidades fundamentales de programación (Slany, 2014), (ver Figura 14). Se inició el proyecto de código abierto y gratuito Catrobat 13 en el 2010 en Austria. Este equipo desarrolla educación gratuita por medio de la implementación de aplicaciones para adolescentes con el objetivo de introducir a los jóvenes en la programación. Con un enfoque lúdico, pudiendo de esta manera participar en el desarrollo de juegos es así que por medio de estas actividades se puede promover un enfoque de diseño y creatividad.

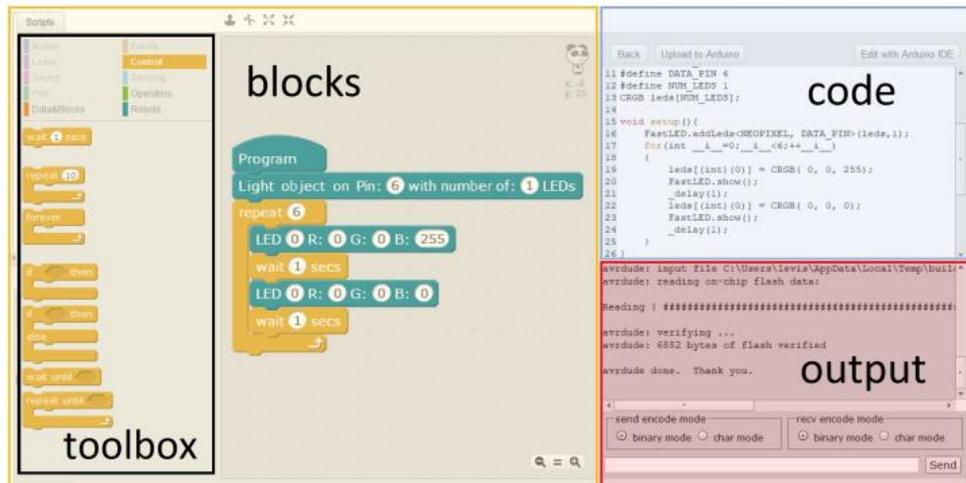


Figura 13. Blockly10 de Google (fuente: Seraj et al., 2019)

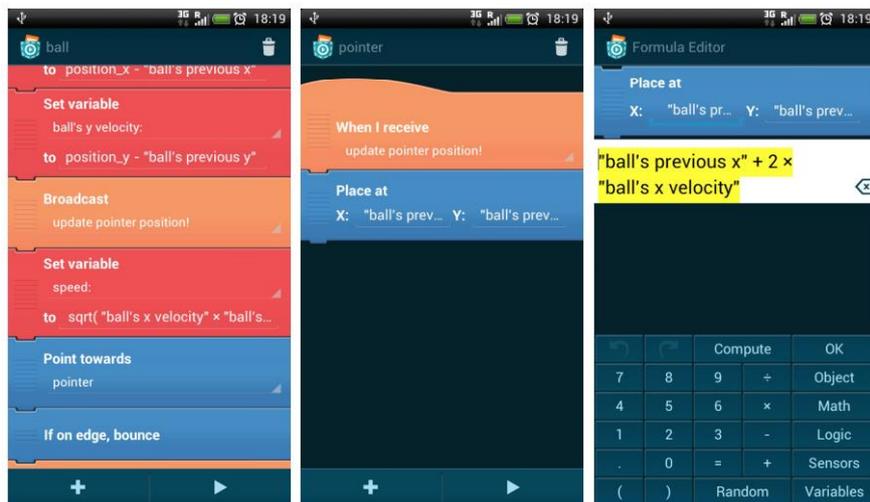


Figura 14. Pocket Code (fuente: Slany, 2014)

### 3.1.3.8 Kodable

Software gratuito (HTTP4) para enseñar programación a niños a partir de los 5 años (ver Figura 15). Al igual que Scratch, se basa en un enfoque de arrastrar y soltar. Tiene varios niveles de dificultad y contenidos para practicar secuencias, bucles, variables, condicionales, algoritmos, resolución de problemas, así como juegos para desarrollar el pensamiento lógico.



Figura 15. Sample Kodable snapshot (fuente: HTTP4)

### 3.1.3.9 Cargobot

Cargobot es una aplicación (HTTP5) de iPad para enseñar programación<sup>2</sup> como un juego (ver Figura 16). Utiliza el lenguaje Codea para dar instrucciones a un robot para que realice determinadas acciones y pase varios niveles. También se basa en el uso de rompecabezas. Las principales características de Cargobot son sus hermosos gráficos y acertijos para que los niños los resuelvan.



Figura 16. Sample Cargobot snapshot (fuente: HHTTP5)

### 3.1.3.10 Lightbotjr

Lightbotjr HTTP6 solicita a los niños que le digan al robot cómo encender la luz en una habitación (ver Figura 17). Con LightbotJr, los niños aprenden sobre secuencias, procedimientos, condicionales y bucles.

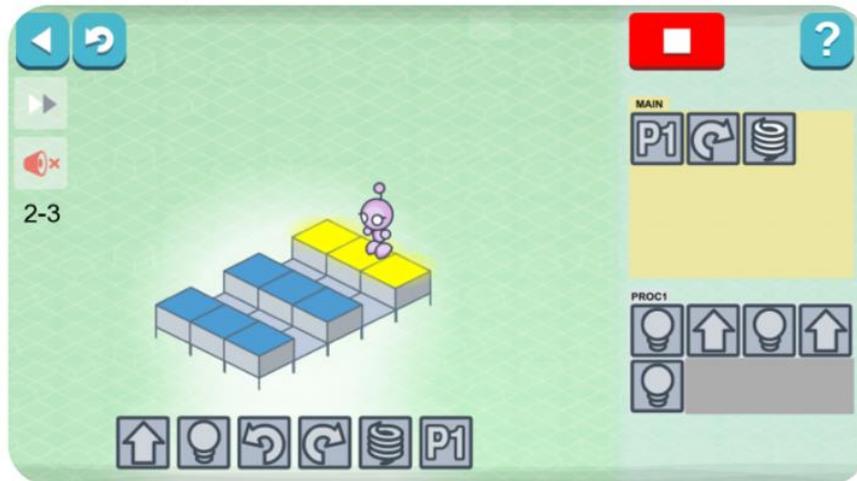


Figura 17. Sample LightbotJr snapshot (fuente: HTTP6)

### 3.1.3.11 EasyLogic

EasyLogic (Zatarain-Cabada et al., 2018) es un software para enseñar programación con un sistema de tutoría afectiva basado en técnicas de bloques. EasyLogic utiliza la interfaz Blockly de Google y responde al estado emocional de los estudiantes.

Las emociones que EasyLogic tiene en cuenta son el aburrimiento, el compromiso y la frustración. El sistema evalúa cuando el estudiante necesita ayuda y le ayuda a crear sus propios algoritmos y ejecutarlos usando Javascript. EasyLogic es el software que relaciona la enseñanza de programación de la enseñanza con los estados afectivos. Además, Easy Logic también ofrece tutoriales, ayuda contextual y cursos sobre secuencias, condicionales y bucles. Los resultados preliminares de un experimento con 10 estudiantes fueron satisfactorios (ver Figura 18).

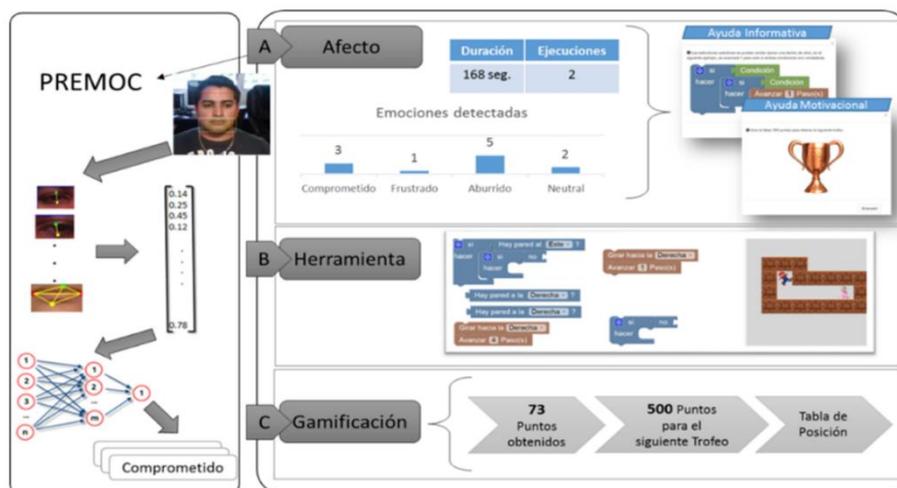


Figura 18. Pantalla demostrativa de Uso de EasyLogic (fuente: Zatarain-Cabada et al., 2018)

La interfaz de arrastrar y soltar proporciona una variedad de bloques que se pueden unir para desarrollar programas completos. Desde sus primeras versiones, Scratch tenía bloques capaces de conectarse y programar robots externos (físicos) así como de manejar aplicaciones en línea.

De hecho, la mayoría de los mencionados entornos pueden conectarse a dispositivos físicos y sensores, con el objetivo de aumentar el atractivo constructor de la programación de bloques, y abrirse al mundo con la electrónica.

### 3.1.3.12 Robots

En el ámbito educativo la robótica es utilizada por su naturaleza multidisciplinaria en el aprendizaje constructivo (ver Figura 19) porque promueve una mejor comprensión de las asignaturas, cumpliendo un papel muy importante en el aprendizaje de materias de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) (Khanlari, 2013).

Se utiliza la robótica porque permite dar solución a problemas reales que tienen que ver con conceptos de ingeniería y tecnología y ayuda a eliminar la abstracción de las ciencias y las matemáticas, el concepto básico de un robot es algo que los estudiantes de todas las edades y habilidades pueden comprender (Merdan, 2016).



Figura 19. Wisconsin HCI robot para lectura (fuente: Martinez, 2018)

La robótica se considera además como una herramienta eficaz para desarrollar "habilidades de equipo" en los estudiantes (Varney et al., 2012). El uso de robots en diversas actividades con niños pequeños apoya el constructivismo como método de aprendizaje.

Según Beran et al. (2011), los niños cada día juegan más con dispositivos tecnológicamente avanzados durante su tiempo de juego, por lo cual por esta familiaridad de los niños el incluir robots en los procesos de aprendizaje facilitará los procesos cognitivos.

Los sistemas de robots virtuales son personalizables e interactivos superando así muchas limitantes que pueden tener los robots físicos, uno de los principales factores es que se reduce los costos e incrementan la precisión mejorando así la flexibilidad de los robots y sus componentes a diferencia de los robots físicos (Altin y Pedaste, 2013).

Los robots virtuales en la educación se han convertido en una herramienta de aprendizaje única que despierta la curiosidad y la motivación de los estudiantes brindando actividades divertidas que apoyan la práctica en un entorno de aprendizaje interactivo (Xia y Zhong, 2018).

En la actualidad se han diseñado una gran variedad de aplicaciones tecnológicas en la educación robótica, como agentes de tutoría inteligentes, aplicaciones de juegos y simulaciones por computadora, para apoyar a los estudiantes en sus diferentes actividades académicas (Belpaeme et al., 2018).

Para el trabajo en el aula los robots educativos son considerados como un apoyo a las diferentes cátedras. Con ellos los docentes pueden trabajar como refuerzo académico, pudiendo estos ser físicos o virtuales. En el caso de ser un robot físico la ergonomía debe estar cuidadosamente diseñada con la finalidad de permitir brindar una experiencia simple y sólida para los estudiantes y maestros. Esto permitirá que los estudiantes se familiaricen y los utilicen cada vez más como parte de sus actividades académicas (Özgül et al., 2017).

Estudiantes de una escuela intermedia que trabajaron sus procesos académicos con robots desarrollaron habilidades de resolución de problemas, investigación y diseño de ingeniería (Toh et al., 2016).

Los robots también se utilizaron para desarrollar y mejorar el aprendizaje de conceptos científicos, tecnología y resolución de problemas, lo que fue respaldado por el análisis cualitativo de Barak (2009) de las observaciones, entrevistas y reflexiones de los estudiantes que trabajaban en sus proyectos.

De manera similar, los registros del estudio de Highfield (2010) mostraron que los juguetes robóticos podrían ser un catalizador para la resolución de problemas matemáticos mediante la participación en un enfoque multifacético mediante la integración e interrelación de conceptos y habilidades a través de tareas dinámicas.

Posteriormente, se realizaron estudios para investigar la influencia del uso de robots en la cognición, el lenguaje, la interacción, el desarrollo social y moral de los niños (Wei et al., 2011; Kozima y Nakagawa, 2007; Shimada et al., 2012; Kahn et al., 2012; Highfield, 2010; Chen et al., 2011). Informaron que el uso de robots educativos fomenta el aprendizaje interactivo, haciendo que los niños se involucren más en sus actividades de aprendizaje.

Los robots se pueden utilizar para enseñar directamente robótica (Sadanand, 2016), o indirectamente otros temas, tanto técnicos como no técnicos (Calvo, 2018).

Una de las mayores fortalezas del uso de robots para la enseñanza, es las actividades prácticas que se pueden realizar y de acuerdo con las teorías de Papert (1980) sugiere que los niños construyen activamente su intelecto y a la vez construyen sus habilidades metacognitivas.

Cuando los estudiantes dominan el uso de las computadoras, transfieren su aprendizaje a situaciones de la vida real, especialmente a la resolución de problemas (Rusk et al. 2008).

La programación se puede definir como proporcionar la solución a un problema específico, en el cual el problema primero debe entenderse y analizarse. Eventualmente, el algoritmo de la solución se traduce en código (Oddie et al. 2010).

Los robots se pueden utilizar como recurso para la programación. Los estudiantes pueden sondear conceptos complejos editando códigos y manipulando robots.

Los robots utilizados en la enseñanza de la programación pueden proporcionar oportunidades interesantes y situaciones de práctica auténticas con retroalimentación inmediata.

La evidencia empírica sugiere la efectividad de la robótica como una herramienta complementaria de aprendizaje (Mazzoni y Benvenuti 2015; Spolaôr y Benitti 2017) desde la formación de estudiantes de primaria (Chen et al.2011; Kucuk y Sisman, 2017).

Estos recursos cumplen una función de apoyo en el aprendizaje en el aula que fomentan la motivación, las buenas impresiones, las actitudes positivas (Lin et al. 2005) e incluso pueden mejorar el desempeño de los estudiantes (Kanda et al. 2004).

La programación y la robótica se utilizan para apoyar el aprendizaje en las escuelas, especialmente en las asignaturas de ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas e informática (Kim et al. 2015; Kucuk y Sisman 2017). La programación destaca las ventajas del pensamiento lógico, las matemáticas y la creatividad. En los últimos años se ha observado un creciente interés por desarrollar problemas, aplicaciones y juegos orientados al aprendizaje de la programación. Debido a las múltiples ventajas y posibilidades que ofrecen, así como a las oportunidades que brindan en el mundo laboral presente y futuro (Sáez-López et al., 2019).

### 3.1.3.13. Code.Org

Fundada en 2013, code.org es una organización sin fines de lucro dedicada a ampliar el acceso a la informática en las escuelas. Su visión es que todos los estudiantes de todas las escuelas tengan la oportunidad de aprender ciencias de la computación (Barradas et al., 2020), al igual que lo hacen con otras asignaturas de su programa educativo en las escuelas. Code.org aspira desarrollar habilidades de lógica y creatividad en la resolución de problemas. (Bučková y Dostál, 2017)

La plataforma code.org cuenta con un conjunto muy amplio de recursos y herramientas educativos (ver Figura 20) que se pueden ejecutar en casi todas las plataformas, incluidos teléfonos inteligentes y tabletas, lo que la hace muy flexible y fácil de usar (Barradas, et al., 2020).

Una gran ventaja de que la plataforma está construida como una aplicación web es que se ejecuta completamente en un entorno de navegador por lo que no es necesario preinstalar o configurar los dispositivos donde trabajarán los estudiantes. De esta manera pueden aprender ciencias de la computación. Con la ayuda de los materiales educativos que contiene la plataforma, los estudiantes pueden aprender la lógica del algoritmo, condiciones, variables, ciclos y funciones (Kim y Kim, 2017).

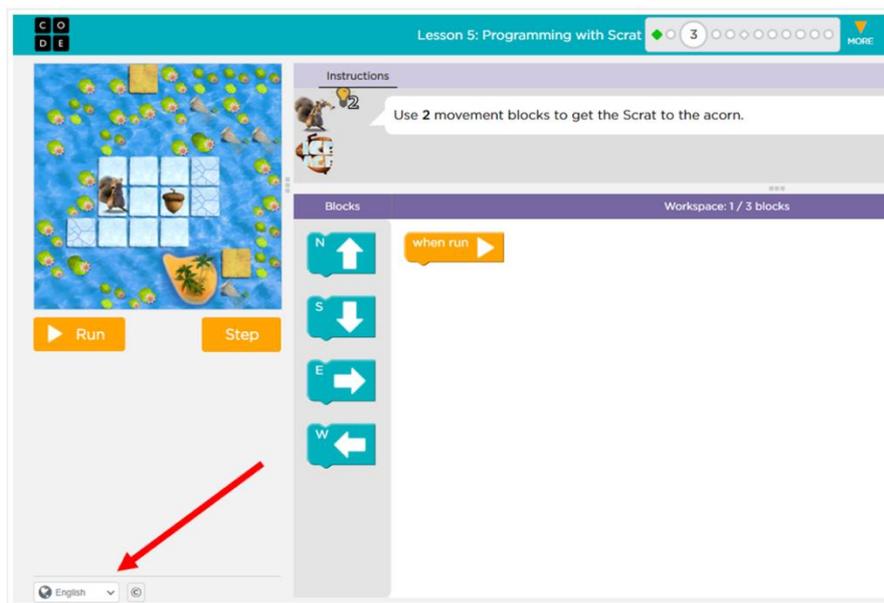


Figura 20. Captura de pantalla interfaz code.org (fuente: HTTP7)

Code.org se presenta en varios idiomas, por lo que muchos países, el acceso a la plataforma se ha creado para que los estudiantes puedan comenzar a probar la plataforma sin tener que crear una cuenta. Quienes deseen de manera más tradicional, pueden usar una cuenta creada en la plataforma. Además, también permite usar una cuenta preexistente de otras plataformas, como Google, Facebook y Microsoft.

Code.org permite a los alumnos que se conecte con una cuenta guardar su progreso para que pueda seguir resolviendo tareas, además permite al docente, mediante la creación de una clase asignar a sus alumnos e ir monitoreando el proceso de aprendizaje de cada uno de forma individual (Kim y Kim, 2017).

Todo el proceso de aprendizaje y desarrollo del pensamiento lógico se realiza a través de un entorno gráfico en el que los estudiantes construyen sus algoritmos arrastrando y soltando bloques de instrucciones para resolver cada uno de los desafíos.

### **3.1.4. Experiencias**

En el siglo XXI, muchos gobiernos de todo el mundo han manifestado que los educadores deberían enseñar a codificar desde los primeros años a los estudiantes que ingresan a la escuela.

Esto parte de los objetivos construccionistas de la filosofía Logo (Papert, 1999), un tema estudiado en los cursos introductorios es el diseño y programación de juegos de ordenador (Kafai y Burke, 2015; Kafai, 1995).

Se ha demostrado que la programación de juegos, en un contexto introductorio para niños, aumenta la motivación y, además, es beneficioso para los estudiantes (Yue y Wan; Ouahbi et al., 2015) también destacan la alta motivación que se genera en los estudiantes a partir de este contexto.

El enfoque de Funke et al. (2017), está incrustado en una idea de proyecto más amplia, propuesta por primera vez en Geldreich et al., (2016), en la que el objetivo es desarrollar y ejecutar un curso de programación introductoria extracurricular eficiente para estudiantes de tercer y cuarto grado.

El concepto y la ejecución del proyecto se describen en Geldreich (2016). En el transcurso de tres días, donde los estudiantes primero se exponen a la programación a través de los conceptos de CS unplugged (Bell et al., 2002), luego a la programación en un ordenador en el entorno Scratch (también introduciendo bucles y condiciones) y finalmente se encargan de programar proyectos personalizados.

Funke et al., (2017) evalúa más de 50 proyectos de Scratch de estudiantes de cuarto grado y agrupan estos en tres géneros: historias, animaciones y juegos, donde los juegos son los más avanzados en general.

Otros estudios se centran en el uso de robots Lego WeDo o Mindstorms EV3 (Sović et al., 2014), y (produciendo) juegos de creación (Campe y Denner, 2015).

Otra posibilidad es seguir con enfoques desconectados mediante la narración de historias o ejercicios gratuitos de Code.org. Esto es particularmente útil en países con recursos

limitados, pero también en países desarrollados, donde la informática se considera interesante, pero hay una falta de profesores y / o recursos capacitados (Brackmann et al., 2016).

Otro caso de estudio es el uso de metáforas para introducir a los niños en conceptos básicos de programación según la metodología MECOPROG (Pérez-Marín et al., 2020). Donde se propuso utilizar las metáforas de una receta de Thermomix® como programa (y secuencia), la despensa como memoria y las cajas como variables.

La razón para usar metáforas es la utilidad ampliamente divulgada de las metáforas como poderosas herramientas educativas. Las metáforas se centran en conceptos y facilitan la organización de ideas de los estudiantes y en manejar un pensamiento más claro y directo (Rodríguez, 1988).

El uso de metáforas no requiere equipo especial y ayuda a los profesores a convertir conceptos abstractos en ideas e imágenes simples. Generando así en los estudiantes un pensamiento bien enfocado para escribir adecuadamente programas de ordenador (Heintz et al., 2016).

En los últimos años se han ido diseñando nuevos lenguajes de programación para ser utilizados visualmente sin necesidad de aprender la sintaxis, como es el caso de los lenguajes tradicionales (Moreno-León et al., 2017).

Dada la gran cantidad de software disponible y los entornos de programación amigables para los niños como lo son Alice, Scratch, Blockly10, Kodable, la enseñanza de la codificación se ha convertido en una experiencia más intuitiva y atractiva para los estudiantes jóvenes (Papavlasopoulou et al., 2018).

Se han propuesto diferentes tipos de actividades (creación de juegos, programación de robots y narración de historias) para diferentes niveles educativos, obviamente con diferente complejidad (Bocconi et al., 2016; Papadakis y Orfanakis, 2017).

Se ha demostrado que los entornos de programación para principiantes o los entornos de aprendizaje inicial desempeñan un papel importante para atraer y retener el interés de nuevos programadores en informática, ya que logran captar más la atención y comprometer a los estudiantes a mejorar sus actitudes hacia la informática (Papadakis et al., 2014; Orfanakis y Papadakis, 2014; 2016).

Al respecto, otro estudio de intervención de Fessakis et al. ( 2013 ) mostró que mientras trabajaban con Logo, los niños de 5 a 6 años desarrollaban habilidades sociales, habilidades para resolver problemas y conceptos matemáticos.

Además, se descubrió que una intervención de enseñanza de programación de robots para niños de 3 a 5 años desarrollada por Palmér (2017) beneficia la capacidad espacial y de conteo de los niños, y su comprensión de los símbolos (por ejemplo, flechas).

En la investigación desarrollada por Price y Price-Mohr (2018) con 103 niños de 5 a 11 años que crearon historias a través de la programación, se presentó la escritura y codificación de historias, específicamente trabajaron con un motor "Story-Writing-Coding" (SWC) en el que los niños componen historias a través del módulo de escribir código de computadora como texto dentro de un entorno multimodal.

En esta actividad pidieron a los niños ir escribiendo las ideas que fueron surgiendo en la mente y cada uno estructurándolas. Las historias en su mayoría tenían características de poseer estrategias interactivas enmarcadas en vínculos temporales de corta duración con una naturaleza aleatoria que incorporaban ciertas acciones en sus personajes así como de elementos del ambiente e incluso proporcionando el estado mental de sus personajes, de acuerdo al contexto escribieron historias por ejemplo de rescate, derrota, argumento, también contaron con historias que en algunos casos no tenían sentido.

Así se concluye del estudio que el uso de patrones está relacionado con el contexto de Story-WritingCoding y animan a los profesores de primaria a considerar el uso de un lenguaje basado en texto en su enseñanza. Motivan a los maestros a que adopten el enfoque de codificación de escritura de historias, ya que se aprovecha el deseo y la capacidad inherentes de los niños para contar historias (Price y Price-Mohr, 2018).

## **3.2. Agentes Conversacionales Pedagógicos**

### **3.2.1. Definición**

Los agentes conversacionales pedagógicos (ACP), se los define como la representación o personificación del profesor o del alumno en un ordenador cuyo rol es guiar a los usuarios por medio de entornos de aprendizaje multimedia (Johnson et al., 2000; Heidig y Clarebout, 2011).

Debe entenderse al ACP como un personaje simulado por un ordenador que tiene la capacidad de presentar características humanas y que se puede comunicar por medio de texto, voz y/o gráficos.

El uso de ACP ha crecido significativamente a medida que evolucionan las tecnologías conversacionales. Una característica de los ACP es que proporcionan una interfaz atractiva e intuitiva en un formato personalizado y adaptable, por lo cual se ha visto que se ha desarrollado una variedad de aplicaciones utilizadas en el ámbito educativo que incluyen tutoría, respuesta a preguntas, aprendizaje de un segundo idioma, Compañeros de Aprendizaje y diálogos reflexivos (Cassell et al., 2000).

Los ACP puede involucrar a los alumnos en interacciones del lenguaje natural (Kerly et al., 2008). Los ACP y los sistemas de tutoría inteligente (ITS) se han utilizado durante muchos años para impartir educación (Krämer y Bente, 2010; Kulik y Fletcher, 2016).

Estudios sugieren que los agentes conversacionales con capacidades de interacción social pueden mejorar el aprendizaje y la productividad de la generación de ideas al brindar apoyo dinámico a los estudiantes que trabajan juntos (Kumar y Rosé, 2011; Kumar et al., 2011).

Chaudhuri et al., (2008) revelan que los agentes que guían a sus compañeros a través de líneas de razonamiento prescritas sobre temas específicos pueden mejorar el rendimiento del aprendizaje (Tegos y Demetriadis, 2017).

Los ACP autónomos y animados, típicamente de apariencia humana, se los conoce como agentes conversacionales con cuerpo (ECA), que interactúan con los usuarios en un diálogo en tiempo real, reconociendo y realizando tanto el habla como el gesto, muy parecido a la interacción real de persona a persona (Cassell, 2001).

El objetivo principal de los ACP es involucrar, motivar y guiar a los alumnos a través del proceso de aprendizaje. Los agentes pedagógicos han mostrado un gran potencial para mejorar las experiencias de aprendizaje (Schroeder et al., 2013). Se relacionan con los estudiantes tanto a nivel social como cognitivo y son muy adecuados para abordar emociones, creencias y actitudes (Kim y Baylor, 2006).

Entre los ACP's desarrollados con tecnología AIML, por nombrar algunos, se encuentran: Doroty, que capacita a los usuarios en la administración de redes informáticas (Leonhardt, 2005); Blaze, creado para mejorar las habilidades cognitivas del usuario en la resolución de problemas matemáticos (Aguiar et al., 2014); Geranio, utilizado como herramienta para el aprendizaje del ecosistema urbano (Griol y Callejas, 2013); y Mentor Chat, desarrollado para el aprendizaje colaborativo de idiomas (Tegos et al., 2014).

El uso de ACP puede apoyar la educación de diversas formas, por ejemplo, permitiendo una mayor interactividad, facilitando la sociabilidad y aumentando el nivel de uso de los entornos virtuales de aprendizaje (VLE) (Kang et al., 2012; Abushawar y Atwell, 2015), haciéndolo más interactivo y dinámico (Griol y Callejas, 2013), y permitiendo la recuperación instantánea de información sin que el alumno tenga que buscar o navegar por múltiples páginas web para buscar respuestas a las preguntas frecuentes (FAQ) (Ghose y Barua, 2013).

Xie y Luo (2017) argumentan que ACP puede mejorar las habilidades del individuo, promover la finalización de tareas y la satisfacción de los usuarios al brindar asistencia inmediata. Fryer et al., (2017) destacan que son una fuente potencial de motivación para la comunicación sostenida en el aprendizaje.

El uso de agentes conversacionales pedagógicos ha mostrado beneficios potenciando los procesos de enseñanza y aprendizaje porque los estudiantes tienden a percibir la interacción real y natural. A los agentes a menudo se les dan características reales, como la emoción, la reactividad y el habla presentados en forma humana, o retratados dentro de un reino de fantasía como animales que hablan, dibujos animados o insectos (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2017).

En el campo del aprendizaje mejorado por la tecnología, los agentes conversacionales pedagógicos se han desarrollado para desempeñar una amplia variedad de roles educativos, como experto, motivador o mentor (Baylor y Kim, 2005).

### 3.2.2. Taxonomía

Existen ciertas categorías bajo las cuales se pueden clasificar las principales características de los agentes pedagógicos conversacionales, por ejemplo, la taxonomía propuesta por Pérez-Marín (2015) que se muestra resumida en la Tabla 3, facilita elegir al agente más idóneo dependiendo del curso.

Como se puede observar en la Tabla 3, la taxonomía establece varios criterios principales basados en el rol, la actitud, modalidad de interacción, tipo de animación, posibilidades de afecto, tipo de personaje virtual, posibilidades de evolución adaptativa, ubicuidad, dominio, idioma y edad de los estudiantes objetivo.

En relación al primer criterio, <b>Rol y actitud</b> , se debe elegir al agente para trabajar como profesor, alumno o acompañante. Algunas posibilidades son:	
Instructor / Conferencista / Tutor	Autoritario
	Entrenador
Estudiante	Individual
	Colaborativo
Compañero	Compañero de pares
	Asistente emocional
	Alborotador
<b>Modalidad de Interacción</b>	
El Inicio de conversación puede darse por:	El Agente
	El alumno
	Alumno y Agente inicia y continúan la conversación
Tipo de animación	Gráfica
	Gráfica y con sonido
	Gráfica 3D y con Sonido
	Realidad Virtual
	Ninguna
Posibilidades afectivas	Sin afectividad
	Apoyo emocional
	Empatía

Tipo de personaje virtual	Forma humana	Sin animación
		Con animación
	Sin forma humana	Sin animación
		Con animación
Las posibilidades de que el agente evolucione, se adaptativa al comportamiento de cada estudiante, y aprenda cómo evolucionar para interactuar dependiendo de interacción previa, puede ser:		
Adaptación - Evolución	Posibilidad de adaptarse	
	Posibilidad de evolución	
	Posibilidad de adaptación y evolución	
	Ninguno	
La ubicuidad (es decir, la posibilidad de que el agente no solo se use en una computadora sino en otros dispositivos también) puede ser:		
Ubicuidad	Computador	
	Para utilizarse en un dispositivo móvil como teléfono inteligente y/o PDA	
	Robots	
	Todos	
El dominio (es decir, el conocimiento o las competencias en las que participa el agente y el estudiante) puede ser:		
Dominio	General	
	Específico	
Lenguaje de comunicación		
Lenguaje	Lenguaje escrito	
	Lenguaje escrito y hablado	
	Lenguaje escrito multilingüe	
	Lenguaje hablado y escrito multilingüe	
Herramientas de los estudiantes		
Estudiantes	Edad	
	Género	
	Experiencia de nivel	
	Tipos de personalidad	

Tabla 3. Taxonomía de Agentes Conversacionales Pedagógicos (fuente: Pérez-Marín, 2015)

### 3.2.3. Metodología

#### 3.2.3.1. IPO

La Interacción Persona – Ordenador (IPO), conocida en la comunidad internacional como Human – Computer Interaction (HCI) o Computer – Human Interaction (Lóres et al., 2002). Se puede definir como “La interacción persona-ordenador es el tipo de disciplina que no es ni el estudio de los seres humanos, ni el estudio de la tecnología, sino más bien el puente entre ambos” (Preece y Rombach, 1994).

Estos términos surgen de la interacción de los seres humanos y los ordenadores a través de un medio o una interfaz. La ACM define la IPO como 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 (Llorens Largo, 2015).

La finalidad de la interacción Persona Ordenador busca desarrollar y mejorar la estabilidad, utilidad, efectividad, eficiencia y usabilidad de los sistemas que integran a los computadores (DIAPER, 1989).

Para Norman “los sistemas que son usables, seguros y funcionales, crean un vínculo entre el usuario y el ordenador y, como resultado, la brecha entre la tecnología y las personas disminuye” (Norman, 1998).

Es así que los elementos de IPO son diseño, personas y tecnología y se debe considerar algunos factores en el diseño de interfaces, uno de ellos es el factor de la interacción emocional la cual puede conjugarse con información fisiológica y con patrones de actitudes y comportamentales (Garay et al., 2019).

Una parte fundamental en la Interacción Persona Ordenador es el Diseño centrado en el usuario porque permite trabajar en las facilidades que puede brindar un hardware, software e interfaces web para el aprendizaje, además analiza la flexibilidad, robustez y las técnicas de evaluación y codiseño, siguiendo una serie de métodos y técnicas (Henry, 2000).

El diseño centrado en el usuario es conocido como el proceso de diseño de interfaces que da importancia a los objetos de usabilidad, características, entornos, tareas y flujo de trabajo del usuario en el diseño de una interfaz (Hassan et al. 2004).

En relación con los estándares internacionales que se han referido al Diseño Centrado en el Usuario, se referencia el ISO 13407:1999 – Human-centered design processes for interactive systems (HTTP8), describiéndolo como una actividad multidisciplinar. Incorpora conocimientos y técnicas de factores humanos y ergonomía con el objetivo de aumentar la eficacia y la productividad, mejorar las condiciones de trabajo de las personas y contrarrestar los posibles efectos adversos del uso en la salud, la seguridad y el rendimiento humano, además define cuatro actividades principales que se deben realizar iterativamente y se deben iniciar en las primeras etapas del proyecto (Ortiz et al. 2016), (ver Figura 21):

1. Entender y especificar el contexto de uso.
2. Especificar los requisitos de usuario y de la organización.
3. Producir soluciones de diseño.
4. Evaluar los diseños en base a los requisitos.

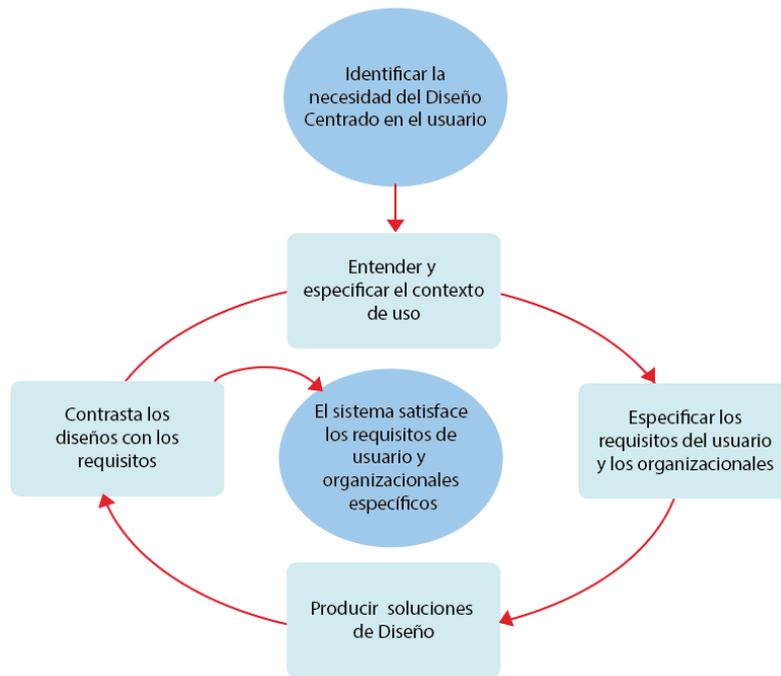


Figura 21. Proceso Iterativo del DCU según ISO 13407

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” (fuente: HTTP9)

Con ello, se ha adaptado 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 multidisciplinares.

### 3.2.3.2. MEDIE

La metodología MEDIE (Tamayo-Moreno y Pérez-Marín, 2017), permite elaborar un agente conversacional pedagógico para cualquier nivel educativo y dominio, desde su concepción, diseño, desarrollo, integración en las aulas y evaluación.

Esta metodología está compuesta de cinco 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 (ver Figura 22).

- 1. Comunicación con el equipo docente.** Diálogo constante con especialistas en las áreas que se trabajará con el agente conversacional pedagógico para determinar los requisitos que debe cumplir. Es muy importante la comunicación con los docentes, dado que son quienes conocen mejor a los alumnos e integrarán el agente en el aula y lo incorporarán en el proceso de aprendizaje.
- 2. Validación de la interfaz.** Fase en la que se tomarán decisiones acerca del diseño del agente y se procederá a validar la interfaz. En esta fase son de gran utilidad los prototipos, lo ideal es realizar reuniones para mostrar los prototipos para consensuar entre los profesionales involucrados, el prototipo irá evolucionando como resultado de las reuniones.
- 3. Validación de la funcionalidad.** Fase en la que se determina y valida la funcionalidad del agente, es de utilidad la elaboración de diagramas que simulan el comportamiento del agente que guíe el diálogo y la interacción. Los algoritmos de interacción entre el ACP y el estudiante se pueden basar en diagramas de flujo, incorporar técnicas de aprendizaje. Además, se puede integrar el aprendizaje, incorporar animación, conversación mediante texto o voz, adaptarse, ser personalizable o hacer uso de mapas de conceptos, entre otros aspectos.
- 4. Sesiones prácticas.** Una vez que el agente ha sido validado, la interfaz y la funcionalidad, se lleva al agente al aula. Con ello se pretende que, en la relación de los estudiantes con el agente, se logre determinar: problemas que tengan, impresiones en tiempo real, comentarios que hagan, el modo en el cual se está llevando a cabo la relación, la interacción que tengan con lo demás de sus compañeros, las expresiones faciales o corporales, cómo van respondiendo a las inquietudes que surgen, su motivación o si los alumnos encuentran alguna complejidad en la utilización del programa.
- 5. Evaluación.** Fase en la que se emplean técnicas de inspección, de indagación y de test. Se aconseja trabajar con técnicas de observación directa y con uso de encuestas tanto a estudiantes como a profesores

La presente metodología propone adaptar a los ACP, entre los diferentes niveles haciendo énfasis en las adaptaciones de la interfaz y algoritmo que guía el diálogo, de acuerdo a una serie de criterios, tomando en cuenta las características de los estudiantes de acuerdo a los diferentes niveles en los que se encuentran.

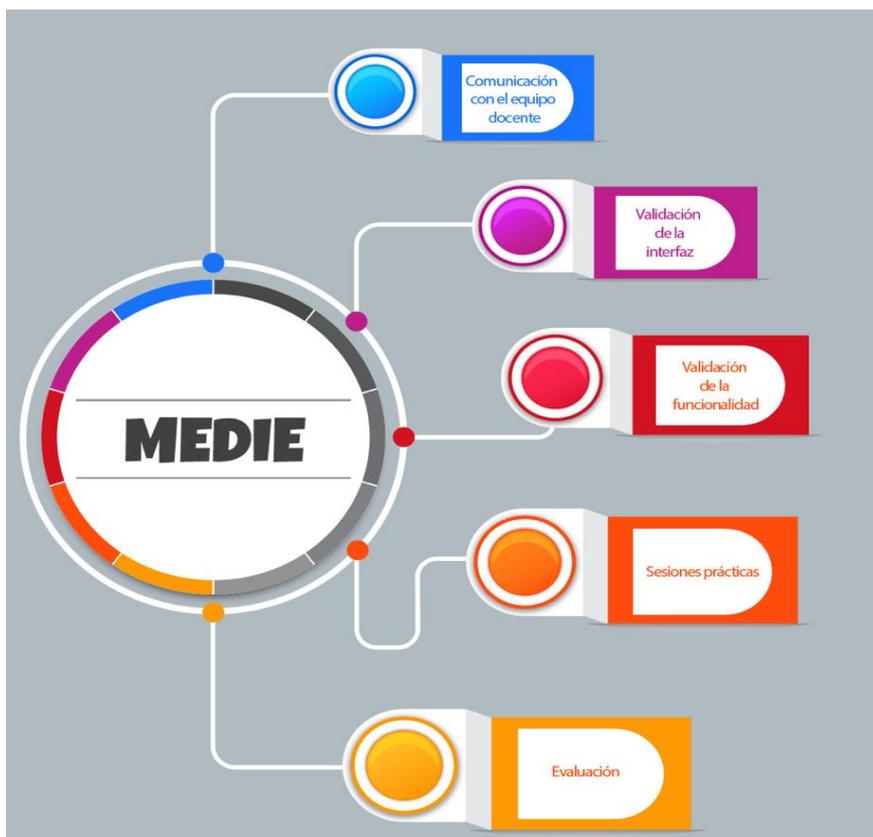


Figura 22. Fases de la Metodología MEDIE (adaptado de Tamayo-Moreno, 2017)

### 3.3. Compañeros de Aprendizaje

#### 3.3.1. Definición

Un Compañero de Aprendizaje se puede definir como un sistema interactivo que posee un cierto nivel de inteligencia y autonomía (ver Figura 23), así como habilidades sociales, para mantener una relación a largo plazo con los estudiantes (Lim, 2012). El acompañante puede comunicarse con los alumnos mediante voz, texto, gráficos, animaciones y cualquier otro elemento multimedia.

Los Compañeros de Aprendizaje se pueden clasificar según varios criterios, como su apariencia, función, objetivo y contexto. Pueden aparecer como seres humanos, animales, robots o incluso maestros.

Dependiendo del rol y el objetivo, el acompañante podría ser solo un apoyo emocional para el alumno sin brindar conocimientos ni solicitar conocimientos; o también es posible que el acompañante aprenda del alumno siguiendo el enfoque de “aprender enseñando” (Chan y Baskin, 1988).



Figura 23. Ejemplo de un Compañero de Aprendizaje (Fuente:Roa Seïlrm, 2016)

Basados en la línea de agentes compañeros varios estudios han incursionado en el desarrollo de juguetes con los que los niños puedan entablar relación y desarrollar interacción a largo plazo, algunos ejemplos de agentes compañeros desarrollados son Huggable, un osito de peluche para cuidado pediátrico (Lee et al. 2009) o Emily, un agente para hablar con los niños (Adam et al. 2010).

En general, estos agentes se basan en el uso de tres elementos principales para conseguir una interacción agradable con los estudiantes: personalización, adaptación a las habilidades de los niños (la interacción debe causar cierto reto al estudiante, pero sin ser demasiado complicado) y tener un componente social (el agente debe tener cierta empatía y habilidades sociales para conectar con los niños) (Morales et al., 2020).

Hay tres estrategias principales que los agentes compañeros pueden adoptar cuando estén interactuando con los niños en un entorno de aprendizaje (Roa-Seïlrm, 2016): simpatía para guiar a los niños hacia un estado positivo, alegría para celebrar su progreso e interrogativa para encontrar la causa de su estado emocional.

Además de establecer las estrategias de interacción con los estudiantes, a la hora de diseñar un agente se debe implementar una estrategia de interacción conversacional con fases de inicio y final del diálogo, gestión de turnos, espera activa y cómo manejar las interrupciones (Mencía, 2011).

Se podrían integrar estrategias como mostrar asombro cuando el usuario proporciona nueva información, mostrar confusión si el usuario introduce información contradictoria, introducir interjecciones afirmativas (como “ajá”) para mostrar que se está escuchando al usuario, y preguntar en el caso de que el usuario esté tardando mucho en hablar cuando es su turno.

Investigaciones anteriores han mostrado evidencia de que los niños que utilizan compañeros de aprendizaje están más centrados en sus tareas que los niños que utilizan programas informáticos educativos sin compañeros de aprendizaje (Chang et al., 2008).

Los Compañeros de Aprendizaje pueden incrementar la motivación, el compromiso de los alumnos. Esto hace que resulten beneficiosos en el ámbito educativo. Se puede destacar el efecto Persona (Lester et al, 1997), donde sólo la presencia en el ambiente educativo puede tener un efecto positivo en la percepción de los estudiantes de la experiencia de aprendizaje; el efecto Proteo (Bailenson y Yee, 2005), en el que los estudiantes pueden tener una mayor motivación si quieren parecerse al Compañero de Aprendizaje del entorno educativo; y, el efecto Protégé (Chase et al., 2009), donde los estudiantes pueden hacer un mayor esfuerzo para enseñar a su Compañero de Aprendizaje que para aprender de su compañero.

La tutoría privada con un Compañero de Aprendizaje ha demostrado ser más eficiente que solo aprender en el aula con más estudiantes, ya que tenían diferentes ritmos de aprendizaje y el profesor no podía adaptar la interacción a las necesidades de cada estudiante en particular (Bloom, 1984).

También se ha investigado la empatía para los Compañeros de Aprendizaje para motivar a los estudiantes a estudiar con buenos resultados (Mohanty, 2016). La imagen de un Compañero de Aprendizaje es un factor que impulsa constantemente las diferencias en las percepciones y resultados de los estudiantes con sus Compañeros de Aprendizaje (Arroyo et al., 2011; Buffum et al., 2015).

Ciertos Compañeros de Aprendizaje se reestructuran en función de las respuestas de los alumnos reales, los creadores de los Compañeros de Aprendizaje pueden manipular la forma de construir Compañeros de Aprendizaje y estos pueden volverse más funcionales y potencialmente mejorar la experiencia de los alumnos en un curso (Liao et al., 2019).

Pillette et al., (2019) el trabajo con un Compañero de Aprendizaje beneficiará el entrenamiento del aprendiz, por ejemplo, la dificultad de la tarea podría modularse para mantener motivado al usuario, la retroalimentación proporcionada durante el entrenamiento podría ayudar, adaptándose al estado emocional del usuario.

Por consiguiente, los Compañeros de Aprendizaje son capaces de considerar las habilidades cognitivas y los estados afectivos de los usuarios y proporcionarles apoyo emocional o cognitivo.

Ya han demostrado ser eficaces para mejorar el aprendizaje de diferentes capacidades, por ejemplo, matemáticas o informática (Cabada et al., 2012; Kim, 2005), de todos los tipos de apoyos computacionales que enriquecen el contexto social durante el aprendizaje. Se ha optado por los Compañeros de Aprendizaje, pues participan en una interacción autorizada o no con el usuario. Pueden tener varios roles que van desde colaborador, competidor o estudiante enseñable y potencialmente podría involucrar la utilización de varios de ellos con roles complementarios (Chou et al, 2003).

Varios estudios han considerado que el Compañero de Aprendizaje debe manejar emociones y afectos e inferir y responder al estado afectivo de un estudiante, observando y detectando los signos emocionales del estudiante. Así que se ha considerado que un Compañero de Aprendizaje puede trabajar con los movimientos posturales determinando el interés o desinterés en el proceso de aprendizaje (Picard, 1997).

Se ha visto que los Compañeros de Aprendizaje con cierto nivel de afectividad pueden trabajar con medios físicos para detectar emociones, así como también puede trabajar con preguntas que permitan determinar el estado emocional del aprendiz y acompañarlo en el proceso de aprendizaje.

Los investigadores han especulado que las expresiones faciales (movimientos de ojos, cejas y boca) y los gestos deícticos (p.ej., señalar con los brazos y las manos, asentir con la cabeza) son importantes para que los Compañeros de Aprendizaje promuevan resultados relacionados con el aprendizaje (Atkinson, 2002; Johnson et al., 2000).

Para el análisis comparativo de los Compañeros de Aprendizaje se han seleccionado a My Pet 2, Doris 3D, Jake y Jane y Jeppy por el área de trabajo, diseño, adaptación y colaboración con los estudiantes en los procesos de aprendizaje, pero sobre todo por el manejo de emociones como Compañeros de Aprendizaje y la interacción con los estudiantes. Estos compañeros se describen en los siguientes apartados.

### **3.3.1.1. Compañero de Aprendizaje 1 - DORIS 3D**

**Introducción.** El Compañero de Aprendizaje DORIS 3D (Frezza et al., 2009), es una propuesta complementaria al desarrollo de un Compañero de Aprendizaje pedagógico Dóris (Santos et al., 2002) con modelado en 3D. Doris 3D (ver Figura 24) trabaja como compañera de aprendizaje en Educación Primaria en la rama de Geografía complementada con expresiones de emociones para la interacción con los estudiantes, contemplando los módulos: perceptual, cognitivo y reactivo. Doris 3D maneja emociones que se dividen en tres categorías, según cada estímulo: reacciones a eventos, reacciones a agentes y reacciones a objetos.

La arquitectura de Dóris, está estructurada bajo los siguientes módulos: perceptual, cognitivo y reactivo.

**Proceso.** En su base de conocimientos, tiene las tácticas de enseñanza disponibles en relación con el material didáctico. El módulo de **percepción** extrae y almacena la información de la interacción del alumno con el sistema, datos usados luego para llevar a cabo la tarea de monitorear las acciones del alumno, con información como:

- Hora de inicio y finalización de la interacción, páginas visitadas con el tiempo de navegación.
- Dificultades encontradas por el estudiante en la clase, opinión del alumno con relación a los elementos utilizados (le guste o no al alumno).

- Las preferencias del alumno con relación al conjunto de elementos utilizados.

El módulo cognitivo se encarga de hacer inferencias sobre la base de conocimiento, determinando qué acciones debe realizar el agente, en función de sus percepciones, enviando mensajes al alumno.

La idea principal es que el Compañero de Aprendizaje exprese emociones tales como: felicidad en los momentos en que el usuario realiza los ejercicios, tristeza al pasar por el contenido desapercibido, entre otras, que contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje.



Figura 24. Imágenes demostrativas de Compañero de Aprendizaje – DORIS 3D (fuente: Frozza et al., 2009)

En esta versión DORIS 3D incrementa las emociones mostradas al estudiante, teniendo: alegría, tristeza, expectativa, indignación, sorpresa, atención y duda.

Cada emoción presenta una descripción relacionada de la expresión del acompañante DORIS 3D. A continuación, se describen algunos ejemplos:

- Expresión de alegría: en momentos en que el usuario hace bien los ejercicios, inicia sesión o accede a contenidos.
- Expresión de tristeza: cuando el usuario no resuelve el ejercicio.
- Expresión de expectativa: en preguntas del acompañante al estudiante.
- Expresión de indignación: el momento en que el sistema está inactivo durante mucho tiempo.
- Expresión de sorpresa: si el estudiante deshabilita al acompañante.
- Expresión de atención: cuando el estudiante está realizando los ejercicios.
- Expresión de duda: si el estudiante avanza el contenido, sin resolver alguna pregunta del acompañante.

Para el modelado y animación del acompañante de aprendizaje, se usó la herramienta Blender 3D, que permite el desarrollo de un producto final de buena calidad en la producción de animaciones.

**Consideraciones y resultados:** A partir de los estudios iniciales, se observó la importancia de las expresiones durante la interacción, pero saber qué expresión utilizar y en qué momento sigue siendo complejo.

La eficiencia del diálogo se midió a través del número de preguntas respondidas a los estudiantes, sin tomar en cuenta si las respuestas dadas fueran coherentes al tema solicitado por el estudiante, alcanzando una eficiencia de más del 92%. La media de las respuestas dadas a los estudiantes fue del 73,57%, lo que significa que DORIS respondió a los estímulos provocados por los estudiantes en prácticamente 3/4 partes de las interacciones.

Como trabajo a futuro, se están realizando las especificaciones y modelado de las emociones de los agentes, junto con los correspondientes procesos de animación. Como siguiente paso se considera, insertar al acompañante emocional en el entorno de aprendizaje virtual y validarlo con una muestra de estudiantes.

### **3.3.1.2. Compañero de Aprendizaje 2 – My Pet v2**

#### **Introducción**

La investigación My Pet v2 trabaja con un animal de compañía (Chen et al., 2011), que enseña modismos chinos en Educación Primaria y muestra dos estrategias para representar los procesos de aprendizaje: “perfil del espejo de aprendizaje” y “modelo de aprendizaje centrado en el trabajo”, es decir que el estudiante debe aprender del compañero animal cuyos rasgos y comportamientos se rigen por el perfil de aprendizaje del estudiante.

My Pet V2 está representado por una mascota que posee rasgos de lealtad y exhibe su sencillez, dadas las características se muestran muy familiares para los niños. Como aspecto de la realidad subjetiva, la mayoría de los niños también muestran emociones hacia mascotas virtuales (Kusahara, 2001).

Por ejemplo, cuando el estudiante logra más que el compañero animal, el compañero estará de buen humor. En otras palabras, se informa al estudiante de su estado de aprendizaje observando el comportamiento de su compañero animal.

El proyecto maneja estrategias pedagógicas, incluidas estrategias de juego, así como también la cantidad de puntos obtenidos en relación con las habilidades de resolución de problemas.

En el sistema de compañía animal, la crianza de mascotas implica cierto apego emocional a través de una serie de interacciones con la mascota virtual (por ejemplo, alimentar, lavar, jugar a la pelota, etc.). Los estudiantes establecen una relación con él, así como el entorno de aprendizaje.

My Pet V2 en la etapa de crianza presenta atributos que indican valores numéricos, que refleja el estado del estudiante, el atributo esfuerzo es el enfoque del estudio, tiene como atributos: energía, experiencia y esfuerzo.

La energía y la experiencia mejora alimentado el alumno a la mascota, el esfuerzo va cambiando de acuerdo con las tareas de aprendizaje que el estudiante realiza con la aplicación, estas actividades se desarrollan en dos fases, aprendizaje y competencia:

- **En la fase de aprendizaje**, el estudiante hace actividades orientadas a la tarea de guión sobre el uso y manejo de modismos chinos acerca del contexto cultural, connotaciones literarias, morales y sociales que son importantes para formar el carácter y la identidad cultural.
- **La fase de competencia** incluye juegos competitivos entre pares, el alumno debe seleccionar al oponente, My Pet inicia la ronda de ataque para obtener las puntuaciones se aplica la siguiente fórmula: (el atributo "esfuerzo" de My Pet) multiplicado por (un número de la suerte de un tocadiscos). Por lo tanto, cuanto mayor sea el atributo de "esfuerzo" que tiene My Pet, mayor es la probabilidad que el alumno ganará el concurso (ver Figura 25).



Figura 25. Captura de pantalla aplicación My-Pet V2 (fuente: Chen et al., 2011)

**Procedimiento:** Se incluyeron a 68 estudiantes de quinto grado, manteniendo tres clases para el experimento. 20 estudiantes de la clase A (9 niños y 11 niñas), 23 estudiantes de la clase B (11 niños y 12 niñas) y 25 estudiantes de la clase C (10 niños y 15 niñas).

Cabe indicar que la escuela tiene la política agrupar estudiantes de manera aleatoria, y las tres clases tenían antecedentes y rendimiento de aprendizaje similares en relación con la asignatura de lengua. Para el experimento se asignaron a los tres grupos como: grupo L

(aprendizaje), grupo LN (aprendizaje + crianza) y grupo LNC (aprendizaje + crianza + competencia).

Cada grupo tuvo cuatro sesiones de 30 minutos en un laboratorio de computación para aprender modismos distribuidos durante un período de cinco semanas.

Las tres herramientas que se usaron para la medición fueron: pruebas de rendimiento, escala motivacional y registros del sistema.

Las pruebas de rendimiento se llevaron a cabo antes y después de la interacción con el acompañante. La prueba constaba de una parte básica (identificación de palabras y secuencia de palabras) y una parte avanzada (aplicación de contexto).

La escala motivacional de Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción (ARCS) (Dempsey et al., 1997) se utilizó para recopilar las percepciones afectivas de los participantes.

**Consideraciones y resultados:** Los resultados revelaron que las puntuaciones posteriores a la interacción con el acompañante de aprendizaje fueron significativamente más altas que las puntuaciones previas ( $t = 4.564$ ,  $p < 0.01$ ;  $t = 3.683$ ,  $p < 0.01$ ;  $t = 10.084$ ,  $p < 0.01$  para los grupos L, LN y LNC respectivamente), demostrando que todos los participantes mejoraron su conocimiento de los modismos chinos.

Además, la comparación mostró que la puntuación posterior del grupo LNC era significativamente más alta que la de los grupos L y LN, pero no hubo diferencia significativa entre la puntuación posterior de estos dos últimos grupos, la versión completa de My Pet es más eficaz para el aprendizaje del idioma chino.

Los resultados del instrumento emocional, mostraron una diferencia significativa en los aspectos de atención y satisfacción de los tres grupos ( $F(2,65) = 5.654$ ,  $p < 0.01$ ;  $F(2,65) = 3.416$ ,  $p < 0.05$  respectivamente).

Encontrando que los aspectos de atención y satisfacción eran mayores en los grupos LN y LNC que en el grupo L. Esto indica que los participantes prestaron más atención y obtuvieron más satisfacción usando el sistema de compañía animal (tanto en la versión incompleta como en la completa) que los que lo no la usaron.

Como trabajo futuro, se procederá a revisar el sistema My Pet v2 en función de los resultados experimentales, al tiempo que se planean nutrir el personaje con principios de diseño para la creación de personajes virtuales.

### 3.3.1.3. Compañero de Aprendizaje 3 - JAKE & JANE

#### Introducción

Proyecto de investigación compuesto por dos Compañeros de Aprendizaje Jake y Jane (Beverly et al., 2011), iguales excepto por su género y su voz, los Compañeros de Aprendizaje resultan como herramienta importante para desarrollar actitudes sobre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

El objetivo de la investigación es determinar qué impacto tiene los Compañeros de Aprendizaje afectivos puramente motivacionales (Compañeros de Aprendizaje) pueden tener sobre la motivación y las actitudes (y probablemente el aprendizaje) de los estudiantes cuando la única ayuda brindada por los Compañeros de Aprendizaje es fomentar la perseverancia y la empatía por los estados emocionales de los estudiantes.

Diseño de Compañeros de Aprendizaje afectivos de distintos géneros, integrados por Jake y Jane que han sido incorporados en Wayang Outpost, un software de tutoría adaptable multimedia que enseña matemáticas (geometría, estadística) y prepara a los estudiantes para los exámenes estatales estandarizados.

El software de matemáticas pregunta cómo se sienten los estudiantes cada cinco minutos: confiado/ansioso, frustrado, emocionado, interesado/aburrido - clasificación de emociones basada en Beal (1994). Los Compañeros de Aprendizaje son empáticos porque reflejan visualmente la última emoción informada por el estudiante.

Los personajes expresan sus emociones (ver Figura 26) y hablan con el estudiante expresando oraciones completas de retroalimentación metacognitiva y emocional después de que responden al problema.

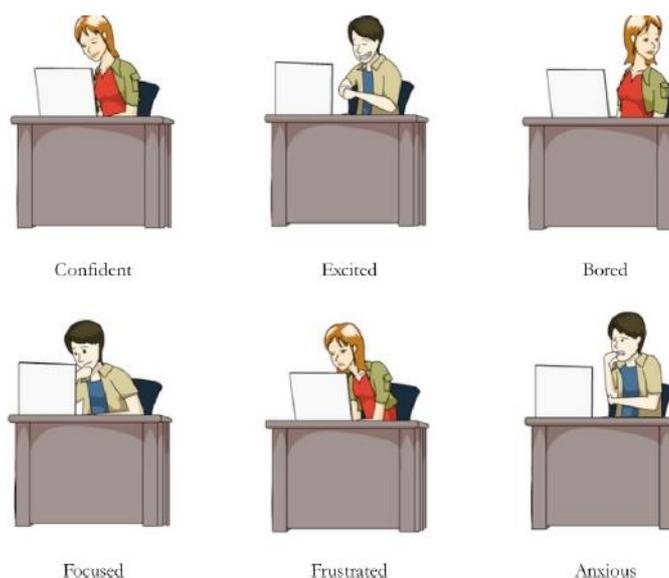


Figura 26. Imagen representativa de Jake y Jane (fuente: Beverly et al., 2011)

## Procedimiento

Se llevaron a cabo dos estudios en el otoño de 2008. El primer estudio se diseñó para evaluar el impacto general de los Compañeros de Aprendizaje en las actitudes y el aprendizaje de los estudiantes.

Involucró a 38 estudiantes de secundaria de entre 15 y 17 años, inscritos en tres clases de matemáticas diferentes. Los grupos estuvieron conformados por la mitad de los estudiantes hombres y la mitad mujeres.

Los estudiantes fueron asignados a una condición de Compañero de Aprendizaje (grupo LC) o una condición en la que los Compañeros de Aprendizaje estaban ausentes (sin LC) y, por lo tanto, no recibieron los mensajes (ver Tabla 4),

El sexo del Compañero de Aprendizaje asignado se eligió al azar para el grupo LC. El segundo estudio se diseñó para analizar el impacto que tiene el género del Compañero de Aprendizaje en las actitudes / aprendizajes de las alumnas.

Involucró a 29 mujeres estudiantes de pregrado que tomaban una clase de matemáticas para maestros de escuela primaria en UMass Amherst.

Los estudiantes fueron asignados aleatoriamente a Jake (grupo masculino-LC) o Jane (grupo femenino-LC) como Compañero de Aprendizaje. El software se utilizó como parte de la clase, aunque los estudiantes de secundaria aún no habían visto la mayoría de los temas en clase, mientras que los estudiantes del segundo experimento sí.

Los estudiantes tomaron una prueba preliminar de matemáticas y una encuesta para evaluar el autoconcepto en matemáticas y valor matemático (Fennema et al., 1998) y orientación al dominio.

	<b>Esfuerzo bajo</b>	<b>Gran esfuerzo</b>
Incorrecto	Nos apresuramos a contestar eso. ¿Le pedimos ayuda a la computadora? Estoy seguro de que lo conseguiremos si nos tomamos el tiempo de resolver el problema.	Estas son las preguntas difíciles que me gustan. Existe la oportunidad de aprender. Hagamos clic en el botón de ayuda
Correcto	Eso estuvo bien, sin embargo, prefiero preguntas más difíciles para que aprendamos de la ayuda que brinda la computadora, incluso si nos equivocamos.	¡Oye, felicitaciones! Tu esfuerzo valió la pena, ¡lo hiciste bien!

Tabla 4. Datos tomados del estudio Jake y Jane (fuente:Arroyo, 2011)

## Consideraciones y resultados.

Si bien las puntuaciones de la prueba previa de matemáticas no fueron significativamente diferentes para los dos grupos, el rendimiento posterior a la prueba de matemáticas fue

significativamente mejor para el grupo masculino-LC que para el grupo femenino-LC (media después de la prueba masculina-LC = 87.83, media después de la prueba femenina-LC = 79.82;  $t = 1,98$ ,  $p = 0,05$ ). El efecto es el mismo que en el estudio anterior, las niñas se desempeñan mejor con el LC masculino.

Analizamos los cambios en las actitudes matemáticas y la motivación de los dos grupos, considerando que tenían datos completos de la encuesta para 22 estudiantes. En general, los estudiantes del grupo masculino-LC obtuvieron una mayor ganancia en valor matemático, orientación al aprendizaje y auto concepto.

Un ANOVA para el auto concepto posterior a la prueba, con el auto concepto anterior a la prueba como variable, el grupo como factor fijo, mostró que los estudiantes que recibieron CL-masculino tenían un auto concepto significativamente mayor en el tiempo posterior a la prueba ( $F = 5.6$ ,  $p = 0.02$ ).

### **3.3.1.4. Compañero de Aprendizaje 4 – JEPPY**

#### **Introducción**

Es un Compañero de Aprendizaje emocional interactivo creado para ayudar a estudiantes de Educación Primaria, Secundario o Universitaria que esten aprendiendo a programar en la corrección de errores de sintaxis. Envía mensajes afectivos de error para orientar al estudiante en la resolución de un ejercicio planteado, para lo cual se adoptan los principios cognitivos de un entorno de aprendizaje, partiendo de un alto control del alumno por basarse en un enfoque constructivista.

En la gestión de la retroalimentación, considera varios aspectos: tipo, momento, cantidad, claridad y control del estudiante sobre la retroalimentación del acompañante, intervención que dependerá del valor calculado en el cociente de error.

La tercera consideración se define a través de la relación deseada entre el aprendiz y el acompañante de manera emocional (Pérez et al., 2020).

#### **Procedimiento**

El trabajo práctico con JEPPY (ver Figura 27) fue puesto a prueba por estudiantes novatos en laboratorios de clase. Para probar y validar la funcionalidad de los componentes, los estudiantes participaron en una sesión de laboratorio real.

Los participantes eran estudiantes identificados como novatos que cursan la asignatura de introducción a la programación, a los cuales se les proporcionó un código fuente con errores en cascada. Permitiéndoles libertad y el tiempo para terminar el problema sin pedir ayuda a otros participantes o al instructor.

La implementación sigue la arquitectura típica de un Compañero de Aprendizaje, pero fue contextualizada según el propósito de uso. El módulo pedagógico se implementó como complemento en Code Blocks. Los errores producidos por el compilador fueron pre-procesados para incluir solo la información necesaria. El registrador de eventos inserta en la BD los errores del compilador pre-procesados. El módulo de comunicación implementado usando Java comprende la interfaz y el controlador de inferencia.

La interfaz permite al estudiante interactuar con el acompañante. Esta parte de la implementación conecta el módulo pedagógico y el módulo de dominio.



Figura 27. Imagen de Jeppy y sus emociones (fuente: Pérez et al., 2020)

Desde la compilación del código, el acompañante se presenta ante el estudiante, activando el registrador. Entonces, cada vez que el estudiante edita una línea en el código, se registrará línea por línea. Para cada compilación a partir de la tercera compilación, se pueden crear los dos pares de eventos.

En este punto se puede calcular el cociente de error, cuando este coeficiente es mayor que el valor umbral, el agente capturará el primer error, lo pre-procesará y recuperará el mensaje de las reglas en el módulo de dominio que coincida con el error, y luego mostrará el mensaje de ayuda a través del agente incorporado.

### **Consideraciones y resultados**

En el experimento, adicional a la validación de la funcionalidad de los componentes a través de los registros, también se verificó la interacción del estudiante con el acompañante. Resultó que de 538 veces que apareció el acompañante, únicamente en 119 veces el estudiante utilizó los mensajes del acompañante. El 66,7% lo usaron para solicitar pistas de solución y 33,33% ejemplos completos de soluciones similares. En una encuesta de satisfacción de los mensajes a los estudiantes, manifiestan en un 41,51% que el mensaje es claro o útil.

### 3.3.1.5. Resumen de Compañeros de Aprendizaje con características emocionales

En la Tabla 5 se muestra una síntesis comparativa de Compañero de Aprendizaje con características emocionales, se analiza el área a la que pertenecen, la asignatura para la que han sido creados, los gestos, las emociones que manejan, el efecto que han tenido dentro del proceso experimental de su aplicación y la forma con la que se muestra.

Compañeros de Aprendizaje	Área	Asignatura	Gestos/ Emociones	Efecto de utilización del Compañero de Aprendizaje	Forma
<b>My Pet 2</b>	Pedagogía	Modismos Chinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alegría</li> <li>• Tristeza</li> </ul>	Mejora el rendimiento	Animal
<b>Doris 3D</b>	Pedagogía	Geografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alegría</li> <li>• Tristeza</li> <li>• Expectativa</li> <li>• Indignación</li> <li>• Sorpresa</li> <li>• Atención</li> <li>• Duda</li> </ul>	Los estudiantes alcanzaron una eficiencia alta en la resolución de las preguntas.	Humana
<b>Jake y Jane</b>	Pedagogía	Matemáticas Geometría Estadística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confiado</li> <li>• Ansioso</li> <li>• Frustrado</li> <li>• Emocionado</li> <li>• Interesado</li> <li>• Aburrido</li> </ul>	Los estudiantes que trabajaron con un Compañero de Aprendizaje masculino, obtuvieron mayor ganancia en los valores matemáticos, orientación y auto concepto	Humana
<b>Jeppy</b>	Pedagogía	Programación	<p>Muestra gestos deícticos y afectivos como</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulgares arriba</li> <li>• Ondulación</li> <li>• Defecto</li> <li>• Leyendo</li> <li>• Cabeceo</li> <li>• Aplausos</li> </ul>	No se examina la eficacia de lo aprendido, únicamente se verifica y valida los componentes del sistema	Animal

Tabla 5. Comparación de características de Compañeros de Aprendizaje (fuente: elaboración propia)

## **CAPÍTULO IV Metodología para el Diseño de un Learning Companion emocional que enseñe programación.**

El diseño de los compañeros de aprendizaje es muy importante, y este debe ser atractivo para los estudiantes, ya que en caso contrario podría tener efectos negativos en su motivación y en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Heidig & Clarebout, 2011).

Es así que en este capítulo se propone una metodología para el desarrollo de un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación. La metodología propuesta extiende la metodología MEDIE para desarrollar Agentes Conversacionales Pedagógicos para cualquier dominio y nivel educativo.

En particular, se extiende para Compañeros de Aprendizaje para enseñar programación en Educación Primaria con soporte emocional bajo un enfoque construccionista y gamificado. Las principales fases de las cuales se parte de la metodología MEDIE son:

1. Comunicación con el equipo docente,
2. Validación de la interfaz,
3. Validación de la funcionalidad,
4. Sesiones prácticas,
5. Evaluación.

Las fases 1, 3 y 4 de MEDIE han sido acopladas a la metodología MEDIE\_LECOE (ver Figura 28), que consta de siete fases:

1. Comunicación con equipo docente y expertos,
2. Codiseño con los estudiantes,
3. Rediseño,
4. Adaptación emocional,
5. Construcción del entorno de comunicación,
6. Experiencia,
7. Integración en el aula.

La metodología planteada se puede aplicar en ambientes online y presenciales de aprendizaje.

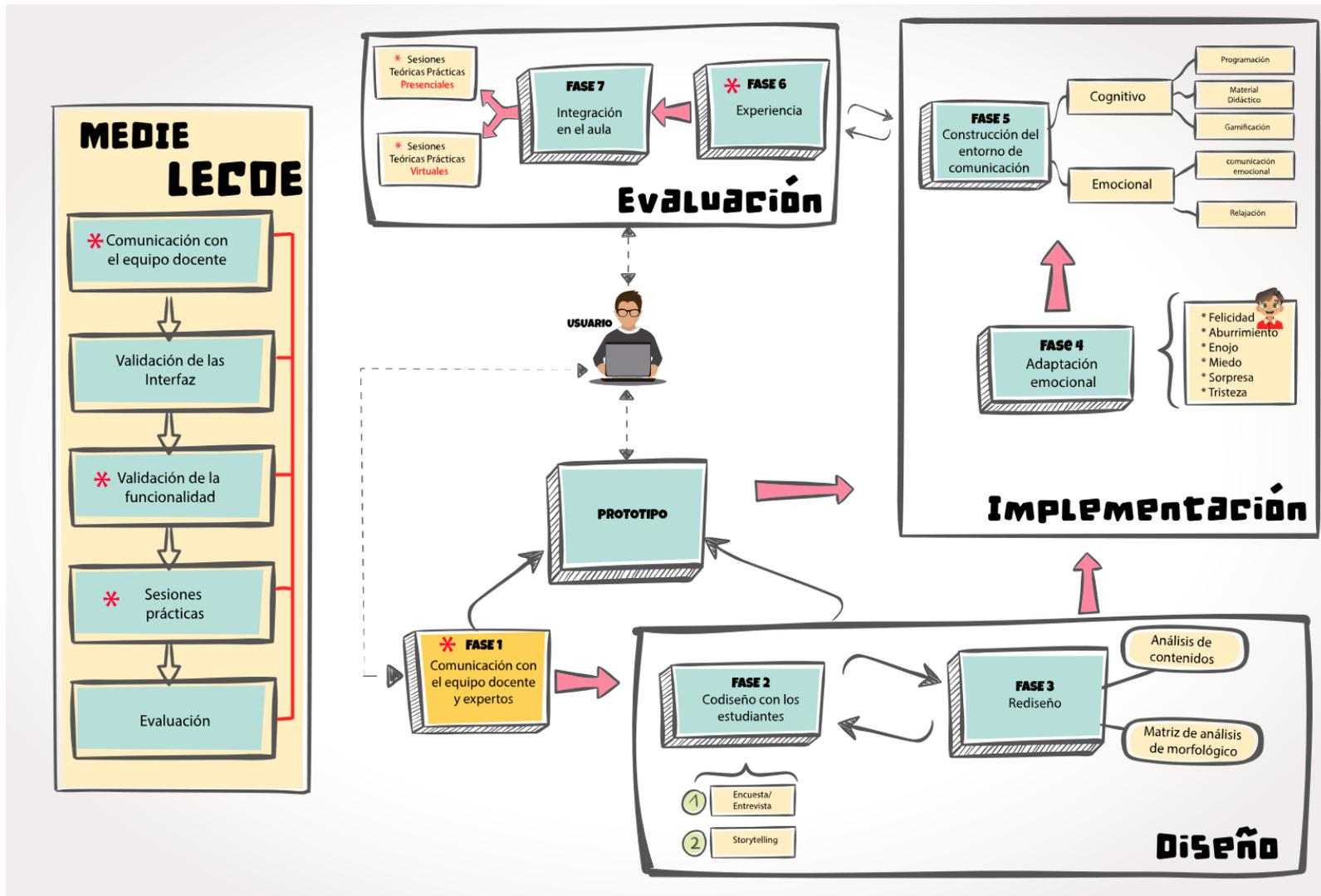


Figura 28. Fases de la metodología – MEDIE\_LECOE (fuente: elaboración propia)

#### **4.1. Fase 1: Comunicación con el equipo docente y expertos**

En esta fase se identificará las **necesidades** y **requisitos** que deberá cumplir el Compañero de Aprendizaje emocional. Por ello se deberá tener un primer acercamiento con el equipo docente como especialistas en el proceso de enseñanza – aprendizaje en el área educativa.

Los docentes por su experiencia y conocimientos podrán informar de manera oportuna las **características** que debe cumplir de manera inicial el Compañero de Aprendizaje. Es importante en este proceso, además de la comunicación con los docentes, tener reuniones con un profesional en el área de psicología. Como el Compañero de Aprendizaje abordará diálogos y consejos emocionales, el profesional especialista podrá guiar la **inclusión de las emociones** en el Compañero de Aprendizaje en cuanto a la interacción emocional del proceso de aprendizaje.

Para esta fase se puede realizar entrevistas que permitan esbozar un primer prototipo del posible Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación. Con esta información base se podrá elaborar un primer bosquejo del prototipo 1.

Esta fase se deberá realizar de manera presencial para tener un contacto directo de las expresiones que puedan manifestar el cuerpo docente y el profesional de psicología. Estos datos recopilados de las características que se obtenga como requisitos serán de utilidad para la construcción de un Compañero de Aprendizaje que trabajará de manera presencial o online.

#### **4.2. Fase 2. Codiseño con los niños**

El codiseño es una actividad colaborativa donde se aplica la creatividad colectiva y puede darse durante toda la etapa de diseño (Huerta, 2014). El enfoque del diseño centrado en el usuario ha demostrado ser de gran utilidad en el desarrollo de productos (Sanders, 1992), el diseño permite crear experiencias futuras para las personas y comunidades, Druin et al., (1999) puso de manifiesto que el mejor ambiente de codiseño con los niños es que el que se da de manera natural, a través de patrones de actividades y roles de juego, dado que esto es lo que permite diferenciar del codiseño con adultos.

En algunos estudios que abarca la tecnología se observa que los niños quieren ser narradores de historias, asimismo, se ha encontrado que los niños de 7 a 10 años son la mejor alternativa (Druin et al., 1999). Otro estudio relevante es el realizado con el software kidpad (HTTP7) en el proyecto de investigación KidStory con niños de Suecia e Inglaterra en el que se descubrió que el trabajar con los niños posibilita el desarrollo de un entorno que apoya a las actividades del aprendizaje, convirtiendo a los niños en catalizadores y generadores de ideas (ver Figura 29).



Figura 29. Ejemplo de historia creada usando KIDPAD  
(fuente: HTTP10)

En virtud a lo expuesto y una vez que se ha considerado los requerimientos iniciales sugeridos por el personal docente, el profesional en psicología, se procede a la presentación del prototipo 1 a los niños para conocer sus impresiones sobre el Compañero de Aprendizaje.

Es importante conocer el criterio de los usuarios que van a interactuar directamente con el sistema. Para trabajar con los niños en codiseño se propone mostrarles el primer esbozo del agente compañero y darles la opción de hacerle adaptaciones e imaginarse la interacción con el mismo. Para ello se sugiere realizar dos actividades que se detallan a continuación:

- Entrevista
- Técnica de prototipado – Storytelling

La aplicación de estas herramientas y la adaptación de las mismas son propias del estudio de investigación.

Para la aplicación de la **encuesta** se sugiere plantear preguntas claras en relación con el tema, para ello se pueden establecer preguntas abiertas para conocer de manera más amplia el criterio de los niños y dejar que puedan expresar su creatividad en las respuestas.

Para una decisión puntual se pueden utilizar preguntas de opciones. A continuación, se detalla un ejemplo de preguntas para el caso de un Compañero de Aprendizaje para la enseñanza de programación:

**a.- Propuesta de entrevista estructurada sobre conceptos básicos y requerimientos para el aprendizaje de programación con un Compañero de Aprendizaje emocional.**

### **Ejemplo de entrevista:**

1. ¿Qué es programar?
2. ¿Te gustaría aprender a programar con un Compañero de Aprendizaje?
3. ¿Cómo te gustaría aprender a programar?
4. ¿Cómo te gustaría que el compañero se comunice contigo?
5. Si no entiendes algo ¿Cómo te gustaría que te lo mostrase?
6. ¿Cuánto tiempo te gustaría practicar con el Compañero de Aprendizaje?
7. ¿En dónde te gustaría trabajar con el Compañero de Aprendizaje?
  - a. En casa \_\_\_\_\_
  - b. En clase \_\_\_\_\_
  - c. Ambos \_\_\_\_\_

Por medio de la entrevista se puede determinar el conocimiento de los estudiantes en relación con un tema particular.

En este caso, conocer cuánto saben sobre programación y cómo quieren aprender programación con su Compañero de Aprendizaje, además de conocer cómo se quieren relacionar, comunicar e interactuar con el Compañero de Aprendizaje.

Otra herramienta para el codiseño del Compañero de Aprendizaje es utilizar la técnica de Storytelling, que permita contextualizar al personaje, e identificar un posible entorno y ambiente de aprendizaje.

### **b.- Técnica de prototipado – Storytelling**

Storytelling es una herramienta para el proceso cognitivo que permite crear relatos y contar historias, por medio de la integración de recursos, basados en la motivación de los estudiantes mediante la búsqueda en sus recuerdos de hechos familiares o de experiencias vividas para construir relatos (Yang y Wu, 2012).

Para construir una aplicación multimedia es muy importante identificar la experiencia que tienen los niños en el manejo de dispositivos electrónicos y como ellos los utilizan para sus actividades de juego, aprendizaje y comunicación. Se muestra un ejemplo para crear un Storytelling.

**Ejemplo:** crear una historia de comunicación con el Compañero de Aprendizaje y cómo les gustaría que se les enseñará programación.

Este tipo de relato permite expresar de manera creativa por medio de un diálogo escrito y dibujado. En él se podrá identificar cómo los niños **quisieran que fuera** el personaje, qué **tipo de personaje** debería ser el compañero y las **características del entorno** que quisieran que tuviera el Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación dentro del proceso de aprendizaje. La información que proporcionan

permite identificar las **características** que requieren tenga el Compañero de Aprendizaje en relación con la **forma**, la **interacción**, **actitud del Compañero de Aprendizaje**, etc.

De esta etapa se pueden registrar algunos términos y palabras que permitirán implementar la base de datos para desarrollar la comunicación entre los estudiantes y los Compañeros de Aprendizaje, además permitirá identificar el diseño de la interfaz para la comunicación con el Compañero de Aprendizaje.

La fase del codiseño se sugiere realizarla de manera **presencial** para una adecuada interacción con los niños viendo sus expresiones y sus reacciones. En caso de realizar el codiseño de manera **online** por medio de alguna aplicación para video llamada, se pedirá a los niños encender sus cámaras para observarlos y poder tener un contacto adecuado con ellos en el proceso del codiseño del Compañero de Aprendizaje, el mismo que podrá ser utilizado en entornos presenciales u online.

### **4.3. Fase 3. Re-Diseño del Compañero de Aprendizaje**

Como se abordó en el apartado 3.3.1. en la definición del Compañero de Aprendizaje una vez que se procedió al rediseño en función de lo identificado en la fase del codiseño se deberá tener en cuenta que el Compañero de Aprendizaje deberá tener factores de personalización, adaptación a las habilidades de los niños y tener un componente social. (morales et al., 2020), en relación con la posible interacción se deberá considerar que debe demostrar simpatía al guiar en el aprendizaje, deberá tener una actitud positiva para motivar y apoyar los progresos que vayan alcanzado los estudiantes considerando siempre el estado emocional de los mismos (Roa-Seilerm, 2016).

Con la información recopilada en la etapa del codiseño se plantea extraer los atributos con los que se puede conceptualizar un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación basado en los rasgos que más destacan o que más consenso tuvieron por parte de los niños. El diseño resultante debe representar una síntesis de las experiencias y aspiraciones reflejadas por los niños e interpretadas mediante el análisis de contenido donde se obtienen rasgos cualitativos que configuran al Compañero de Aprendizaje emocional de programación.

De las historias creadas por los niños, como aporte de la investigación se extrae las características implícitas en los textos del codiseño. Para ello se debe realizar un análisis más profundo para contextualizar las historias contadas, optando por el **análisis de contenidos** para extraer ideas y atributos para el desarrollo del personaje y su contexto.

Para el **análisis de contenidos de acuerdo con las características similares que se han analizado** se ha seleccionado las palabras claves estableciendo nueve parámetros en función de los parámetros más importantes para considerarlos en el diseño. Cinco de ellos están relacionados con los rasgos generales de **forma** y **actitud del personaje**. Con estos

datos se sugiere estructurar una **matriz de análisis morfológico** que permitirá organizar los datos de una manera más eficiente:

**Descripción de parámetros del análisis morfológico:**

- **Personaje:** forma que tendrá el Compañero de Aprendizaje, ejemplo: humano, animal, robot, otro.
- **Género:** masculino y femenino.
- **Color:** el color puede no estar o ser múltiple.
- **Características del personaje:** define los rasgos pudiendo estos ser la forma, una cabeza, tronco y extremidades como base para el diseño.
- **Estado de ánimo:** permite establecer el carácter del personaje además de delimitar la forma de cómo se comunicará con los estudiantes.

Cabe señalar que, si bien los valores que se obtendrán de la matriz son cuantitativos en la muestra, tendrán un valor cualitativo que se verá representado en el diseño del Compañero de Aprendizaje emocional. Se muestra en la Tabla 6 un ejemplo de la matriz del análisis morfológico (Morales et al., 2019).

Mientras que, de los cuatro parámetros siguientes, se establecerá el carácter del Compañero de Aprendizaje y sus interacciones con los usuarios, además se tendrá una referencia de cómo deberá ser el ambiente y las actividades que se desarrollarán.

- **Tipo de historia:** si es de deportes, cocina, juegos etc.
- **Estructura de la historia:** ambiente en el que se desarrolla la historia.
- **Tema:** nombre bajo la cual se trabajará el ambiente a desarrollar.
- **Cómo te gustaría que hablase contigo:** definir el tipo de comunicación determinando el tono, amable, amigable, educado, molesto, etc.

Finalmente, con toda la información recopilada se puede definir cómo será el Compañero de Aprendizaje en relación con la forma, la apariencia, pudiendo esta ser humana, animal, robot. Además, se determinará la manera en que se dará la interacción con los estudiantes, la voz, los gestos etc. Los rasgos que se seleccionen para el diseño deberán permitir una adecuada comunicación tanto verbal como no verbal.

Personaje	Género	Color	Características del Personaje	Estado de Ánimo
Ordenador (8)	Sin definir (4)	*Sin definir (10)	Bailarin (7)	Normal (10)
Persona (10)	Masculino (7)	Varios colores (7)	Deportista (6)	Amigable (8)
Robot (6)	Femenino (2)	Azul (12)	Características humanas (cabeza, brazos, piernas) (5)	Feliz (6)
Animal (4)			Característica de animales (2)	
Nota: * Son valores cuantitativos representativos de la muestra, pero no tienen valor cualitativo.				

Tabla 6. Ejemplo de tabla de Análisis Morfológico (fuente: elaboración propia)

#### 4.4. Fase 4. Adaptación emocional del Compañero de Aprendizaje

En esta fase de adaptación emocional se deberá considerar que el Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación a desarrollar debe ser implementado con posibilidades de realizar gestos y acciones que denoten su estado de ánimo y que pueda ser ejecutable para trabajarlo en el ordenador en clases presenciales y online.

En relación con lo expresado por Darwin (1872) y Ekman (1978) en el estado del arte en lo que tiene que ver con la expresión de las emociones se considera importante. El análisis de varios rostros representativos de cada una de las emociones que se quiere expresar y en virtud del efecto Proteo (Bailenson y Yee, 2005), según el cual los estudiantes pueden aprender motivados por conseguir las características de sus avatares y parecerse a ellos.

Para Romero (2019), los gestos en el rostro manifiestan también una forma de comunicación de acuerdo con su análisis. Se ha analizado un conjunto de rostros para determinar las características básicas que tiene un rostro de acuerdo a la emoción que se quiere expresar.

Es por ello que dada la importancia de la emotividad que debe manifestar el Compañero de Aprendizaje en el momento de relacionarse con los estudiantes es fundamental trabajar la expresividad con la finalidad de demostrar que se ha tomado en cuenta lo que los niños proponen y desean ver en el Compañero de Aprendizaje.

Para implementar los rasgos faciales y actitudinales en el agente que permita una adecuada interacción con los niños, se propone realizar un análisis de los gestos a implementar en el Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación, como se muestra a continuación.

##### **Felicidad**

Actitud que se da cuando se consigue algo (ver Figura 30). El buen humor desarrolla la creatividad y mejora los lazos interpersonales, ayuda a los niños a socializar y comunicar, reduce sentimientos de frustración.

##### **Análisis de gestos para expresar felicidad:**



Figura 30. Imágenes referenciales de rostros de felicidad (fuente: HTTP11)

De las imágenes visualizadas se puede determinar las características comunes de un rostro feliz y se concluye las siguientes características: líneas de expresión en los ojos, mejillas ligeramente levantadas, labios con una curvatura en U (ver Figura 31).

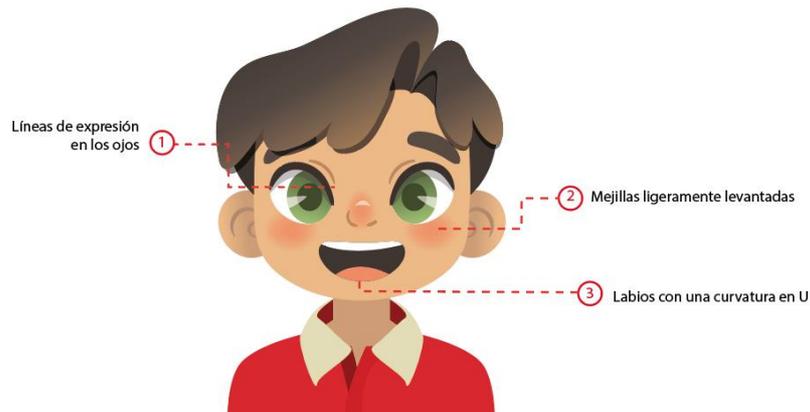


Figura 31. Imagen con características de un rostro feliz (fuente: elaboración propia)

### Tristeza

La sentimos cuando perdemos algo importante o cuando nos han decepcionado. A veces se puede expresar con llanto (ver Figura 32).

### Análisis de gestos para expresar tristeza



Figura 32. Imágenes referenciales de rostros de tristeza (fuente: HTTP11)

De las imágenes visualizadas se puede determinar los rasgos comunes de un rostro triste y este tiene las siguientes características: cejas elevadas al interior, comisuras deprimidas, mentón elevado (ver Figura 33).

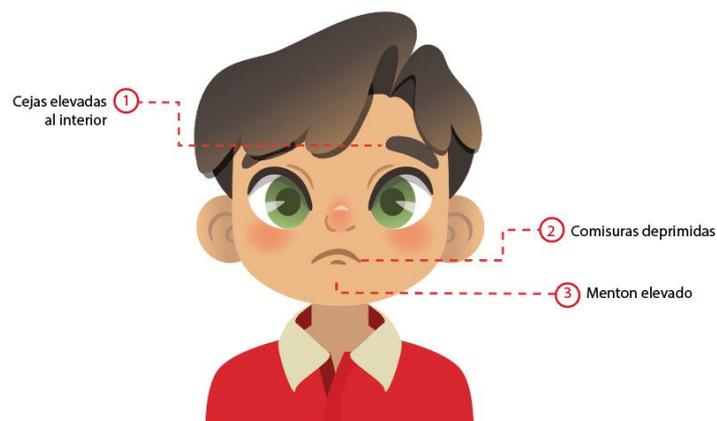


Figura 33. Imagen con características de un rostro triste (fuente: elaboración propia)

## Miedo

Aparece cuando sentimos que estamos ante un peligro, algunas veces es por algo real, pero otras ocurren por algo que nos imaginamos (ver Figura 34).



Figura 34. Imágenes referenciales de rostros con miedo (fuente: HTTP11)

### Análisis de gestos para expresar miedo

De las imágenes visualizadas se puede determinar las características comunes de un rostro que tiene miedo son las siguientes: párpados superiores levantados, labios ligeramente estirados horizontalmente en dirección a las orejas, cejas levantadas y juntas, párpados inferiores tensos (ver Figura 35).

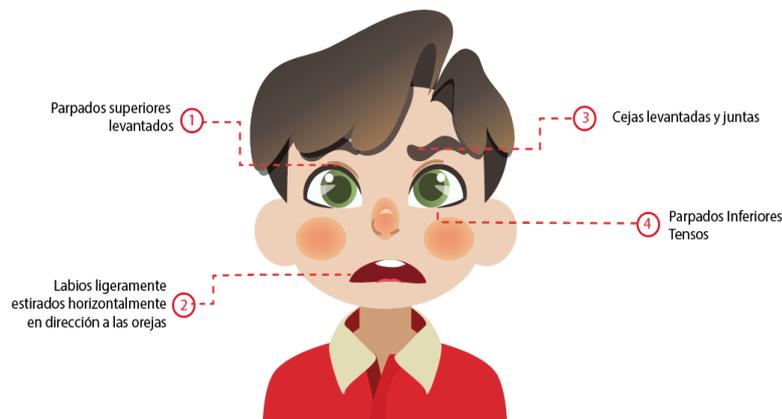


Figura 35. Imagen con características de un rostro con miedo (fuente: elaboración propia)

## Asco/Desagrado

Aparece cuando algo no nos gusta o parece desagradable (ver Figura 36).



Figura 36. Imágenes referenciales de rostros con asco y desagrado (fuente: HTTP11)

### Análisis de gestos para expresar asco/desagrado

De las imágenes visualizadas se puede determinar las características comunes de un rostro que tiene asco/desagrado son las siguientes características: cejas dispares, labio se curva hacia arriba, ojos estrechos, mejillas se levantan (ver Figura 37)

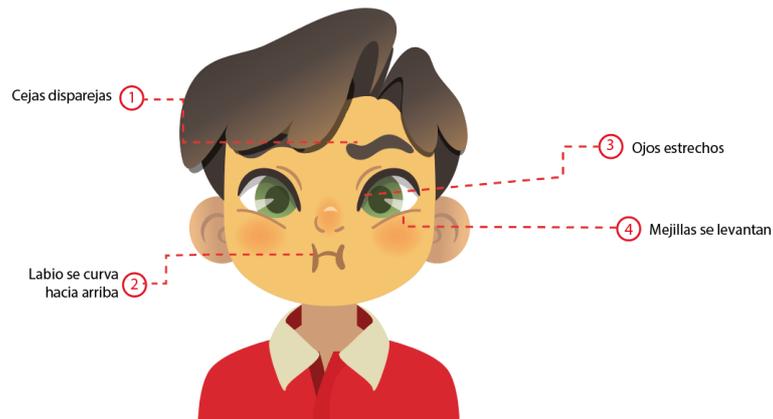


Figura 37. Imagen con características de un rostro con asco/desagrado (fuente: elaboración propia)

### Sorpresa

El gesto de sorpresa lo sentimos como un sobresalto, por algo que no nos esperamos. Es un sentimiento que dura poco tiempo (ver Figura 38).

### Análisis de gestos para expresar sorpresa



Figura 38. Imágenes referenciales de rostros de sorpresa (fuente: HTTP11)

De las imágenes visualizadas se puede determinar las características comunes de un rostro que tiene sorpresa son las siguientes características: cejas elevadas hacia el exterior, párpado elevado, mentón caído (ver Figura 39):



Figura 39. Imagen con características de un rostro con sorpresa (fuente: elaboración propia)

## Ira - Enojo

Este estado de ira aparece cuando alguien no nos trata bien o cuando las cosas no salen como queremos (ver Figura 40).



Figura 40. Imágenes referenciales de rostros de sorpresa (fuente: HTTP11)

### Análisis de gestos para expresar ira – enojo

De las imágenes visualizadas se puede determinar las características comunes de un rostro que tiene enojo o ira son las siguientes: las cejas bajan y se juntan, la mirada se enfurece, los labios se estrechan (ver Figura 41).



Figura 41. Imagen con características de un rostro con ira/enojo (fuente: elaboración propia)

### 4.5. Fase 5. Construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional

Una vez que se ha realizado el prototipo 1, y que se han aplicado las observaciones recopiladas en el Compañero de Aprendizaje emocional, se desarrollará el entorno de comunicación cognitiva y emocional.

El objetivo es crear un Compañero de Aprendizaje que se comunicará con los estudiantes como apoyo en la formación cognitiva por medio de la enseñanza de conceptos básicos de programación como entrada/salida, condicionales, bucles por medio del material didáctico y que además proporcionará recomendaciones emocionales. Por ello es importante que en el diseño de la interfaz se tenga en cuenta una adecuada interacción de los niños con el Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación.

Para el diseño de la interfaz es importante conocer cómo los niños se comunican en la actualidad y como son los medios que utilizan. Por este motivo, se debe acudir a la etapa del codiseño del Storytelling donde los niños crearon el diálogo de donde se podrá determinar los lineamientos para estructurar la interfaz en el área de comunicación.

El diseño de la apariencia se conoce como interfaz y es el medio en el cual los aprendices interactúan con el sistema, para la construcción de la interfaz se debe considerar que el sistema debe ser legible, preciso, único y soportar diferentes tipos de usuarios. La aplicación de colores debe ser estética, se debe analizar la compatibilidad de los posibles medios en los que ejecutará, las gráficas utilizadas deberán ser relevantes y el layout deberá mostrarse consistente (Sastoque et al., 2016).

La **Fase 5** de construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional debe estar considerada para ser trabajada en actividades presenciales y online, lo único que necesitará para que se desarrolle en las dos modalidades es una conexión de Internet en el ordenador del salón de clase o de su hogar.

Respecto al diseño de las pantallas de identificación y principal se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### 4.5.1. Pantalla de identificación

En esta pantalla se deberá considerar el nombre de usuario y la contraseña (ver Figura 42). Se ha considerado que al ser una aplicación educativa no debe estar disponible la opción de registrarse. Es por ello por lo que el maestro, es quien deberá dar de alta de forma autónoma al alumno que no tiene permisos para esta acción.

Los datos a incluir son los siguientes:

- **Imagen referencial:** esta imagen la podrán cargar los niños y personalizar la imagen a mostrar.
- **Usuario:** nombre asignado para entrar en la plataforma.
- **Contraseña:** clave que permitirá el acceso, esta clave podrá ser cambiada si desea el usuario.



Figura 42. Ejemplo de pantalla de identificación (fuente: elaboración propia)

## 4.5.2. Pantalla principal de comunicación y actividades

Esta pantalla se deberá dividir en zonas:

### 4.5.2.1. Zona de comunicación

Para el diseño de la zona de comunicación se deberá tener en cuenta la forma cómo ellos han creado la historia de diálogo en la fase de codiseño y se estructurará el diseño con la forma de un chat. Este permitirá que los niños escriban sus preguntas o inquietudes y expresen sus sentimientos hacia el Compañero de Aprendizaje y que este les muestre las respuestas.

### 4.5.2.2. Zona de actividades

Se deberá establecer una zona donde estarán los botones que permitirán acceder a las diferentes actividades tales como:

- Actividades cognitivas (Programación).
- Actividades de gamificación (juegos o actividades puntuados).
- Actividades de relajación (Mindfulness).

Se sugiere en todas las pantallas incluir la imagen del Compañero de Aprendizaje emocional para familiarizar al niño (ver Figura 43).

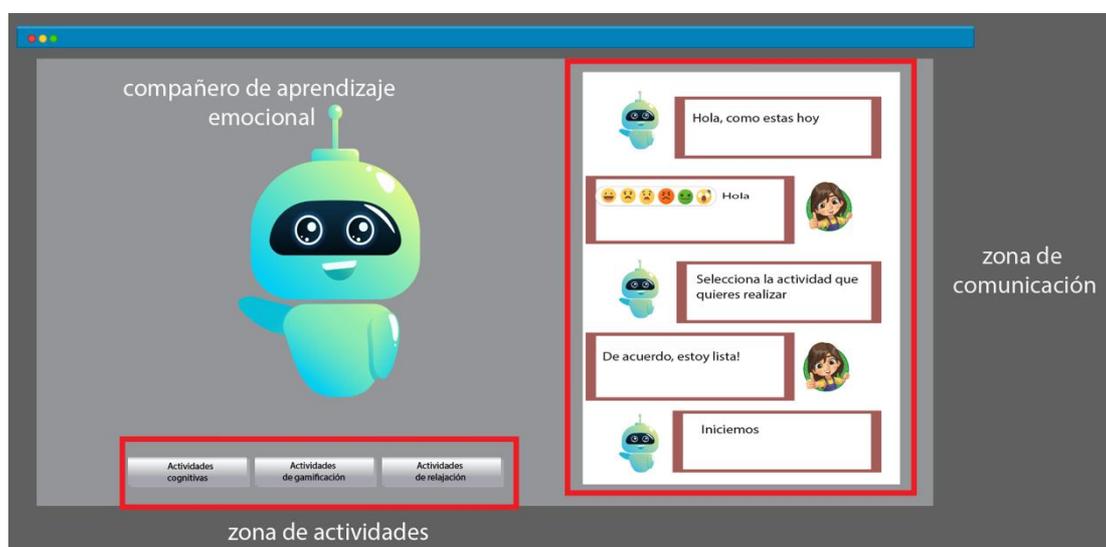


Figura 43. Pantalla principal de comunicación y actividades (fuente: elaboración propia)

Al implementar esta pantalla los botones de actividades podrán tomar el nombre que el diseñador del Compañero de Aprendizaje requiera.

### 4.5.3. Actividad Cognitiva

#### 4.5.3.1. Conocimiento – Programación

Como se menciona en el apartado 3.1.1 para orientar la enseñanza de la programación se debe tener en cuenta tres principios: mediación por medio del lenguaje, el aprendizaje que pasa del plano social al plano cognitivo y el trabajo entre pares para que se pueda cubrir dudas que surjan en el proceso de aprendizaje (Sentance et al., 2019)

Es así que ante lo descrito es importante considerar estos factores dentro del diseño del sistema interactivo de aprendizaje donde el estudiante no se sienta solo y que cuente con el material complementario para reforzar sus inquietudes. Para el caso de la enseñanza de programación se sugiere considerar los términos que permitan familiarizar al estudiante con el desarrollo de ejercicios, así como de facilitar la construcción de programas y del desarrollo del pensamiento lógico y ordenado.

La enseñanza de programación se la realizará por medio de pseudocódigo para lo cual se deberá establecer los términos que se podrán utilizar para escribir los programas.

En relación con lo revisado en el apartado 3.1.4. en donde manifiesta Price y Price-Mohr (2018) que es útil el uso de texto para la enseñanza de programación. Los niños deberán escribir las líneas de texto en el área de programación de acuerdo con la resolución que planteen a los ejercicios propuestos.

Para iniciar en el proceso de enseñanza de programación se sugiere empezar con lo siguiente:

- **Términos**
  - Variable.
  - Metáforas.
- **Conceptos**
  - Entrada/Salida.
  - Condicionales.
  - Bucles.
- **Ejercicios**
  - Planteamientos de ejercicios prácticos.

En relación con la actividad cognitiva de aprendizaje de programación, una vez que se haya seleccionado en la pantalla principal esta actividad se deberá considerar que les aparezca a los niños una pantalla similar al chat, pero con el planteamiento del ejercicio y el espacio para que puedan construir el programa (ver Figura 44). Además, tendrán un botón de ejecutar que permitirá visualizar el resultado y un botón que activa el chat de comunicación con el Compañero de Aprendizaje, donde podrá escribir para solicitar más información sobre temas o conceptos.

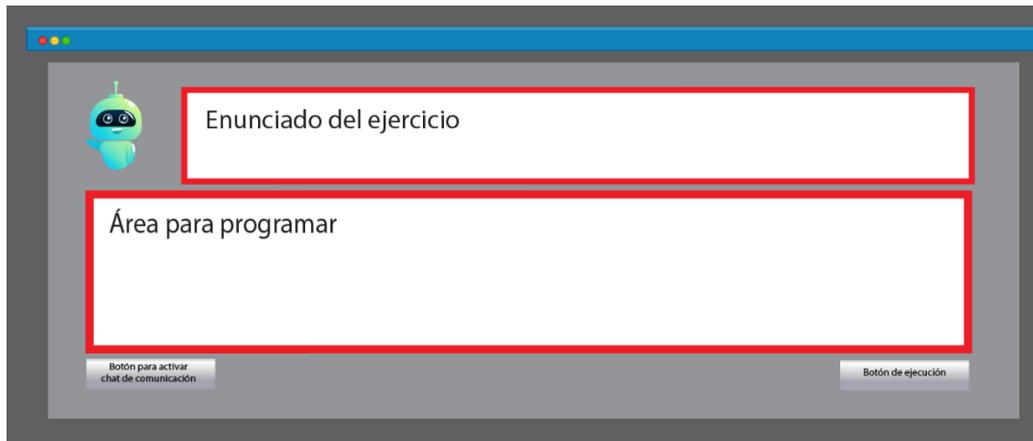


Figura 44. Pantalla de actividad cognitiva de programación (fuente: elaboración propia)

Esta pantalla estará disponible en la aplicación y podrá utilizarse en ambientes presenciales y online.

#### 4.5.3.2. Material didáctico

Un complemento para el proceso cognitivo es el material didáctico. Un buen diseño del material educativo debe incluir elementos de instrucción que motiven al estudiante y que le especifique que se aprenderá.

El material didáctico permitirá a los niños recordar y aplicar el conocimiento adquirido además de prever una guía y brindar retroalimentación durante el proceso de aprendizaje. En función de los requerimientos pedagógicos que se quiere enseñar se deben diseñar las actividades que ayude a alcanzar los objetivos trazados (Espinoza et al., 2008).

El material didáctico en el proceso de formación académico puede actuar como una herramienta principal para la explicación o aclaración de un tema.

Para la elaboración del material didáctico se debe tener las siguientes consideraciones, (Prendes, 2003): la organización de la información, aspectos motivacionales, interactividad y las características multimedia (Videos, Textos, Gráficos, Imágenes, Audios) elementos de material didáctico (ver Figura 45):



Figura 45. Elementos de un material didáctico (fuente: elaboración propia)

Con relación a la organización de los contenidos dentro del material didáctico como propuesta de esta investigación en base a Prendes (2003) se propone que se consideren las siguientes características (ver Figura 46):



Figura 46. Contenidos del material didáctico (fuentes: Prendes, 2003)

Una vez elaborado el material didáctico es importante tener en cuenta que este debe estar disponible para los estudiantes, para ello se incluirá este material dentro de la aplicación al que el estudiante podrá acceder por medio del chat (ver Figura 47).



Figura 47. Ejecución del material didáctico ante un comentario en el chat (fuente: elaboración propia)

#### 4.5.3.3. Actividad de gamificación

La gamificación es una herramienta útil para el proceso de aprendizaje que permite motivar a los niños por medio de retos y estrategias para ello se debe pensar en actividades que les permita mantenerse motivados y a la vez que vayan desarrollando habilidades prácticas.

Según Valencia (2020) se deberá determinar el tema global sobre el cual se abordarán las actividades o retos a superar, luego se tendrá que planificar el número de actividades o retos que el alumno tendrá que desarrollar.

Para el diseño de estas actividades o retos se debe estructurar los elementos que lo compondrán pensadas desde las formas, colores, sonido con las cuales los niños interactúan.

Se aconseja que para estas actividades lúdicas que se van a desarrollar también se considere las historias creadas por los niños en la actividad de Storytelling con la finalidad que tengan cierta relación a lo que ellos pensaron, La Figura 48 muestra un ejemplo de organización de interfaz para gamificación.

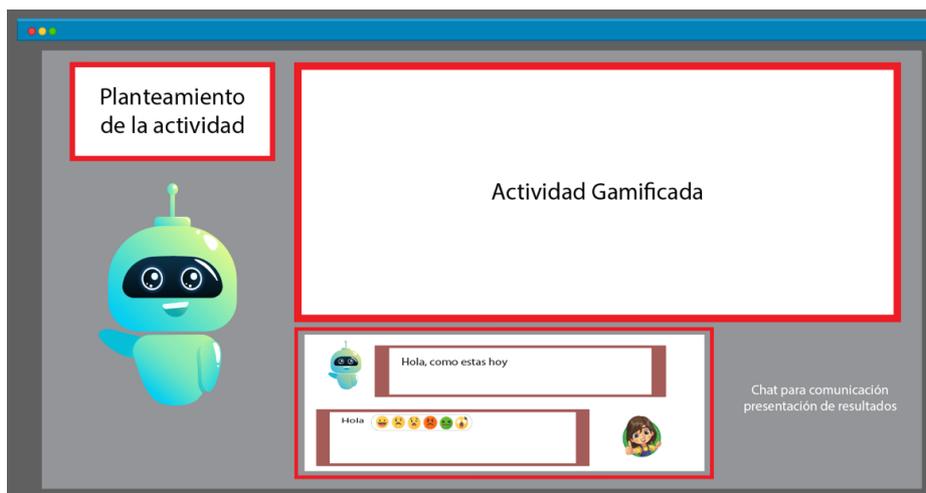


Figura 48. Ejemplo de organización de interfaz para gamificación (fuente: elaboración propia)

La gamificación en la aplicación estará orientada a la creación de una dinámica de aprendizaje por medio de la cual los alumnos van desarrollando habilidades superando las actividades propuestas en la gamificación, ganando así un porcentaje.

Como parte de la gamificación y motivación de los estudiantes se les irá mostrando una imagen referencial de las actividades que vayan completando en una matriz. Al resumen de cumplimiento de estas se lo ha denominado medallero.

Cada una de las actividades acumulará un porcentaje, estas se irán pintando indicando que han obtenido ese porcentaje del medallero y al completarlas todas le dará como resultado que ha cumplido el 100%. Como se puede ver en la Figura 49 se muestra un ejemplo de medallero.

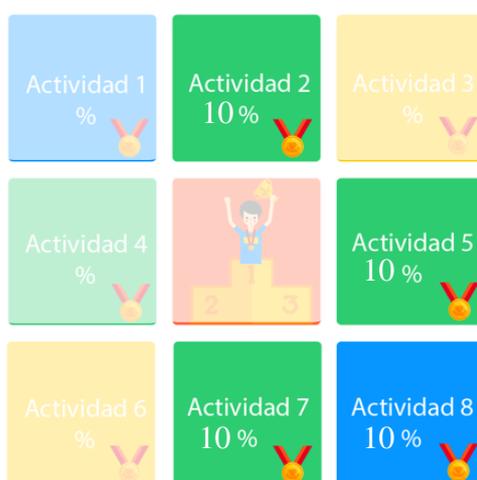


Figura 49. Ejemplo de medallero de actividades de gamificación (fuente: elaboración propia)

Al estar integradas las actividades gamificadas en la aplicación que se ejecuta en entornos web se puede usar tanto en una clase presencial como online.

#### 4.5.3.4. Actividad de mindfulness

En el ámbito educativo la gestión del estrés y la promoción de emociones positivas se ha convertido en un factor importante. Es por ello que la inclusión de actividades que permitan fomentar en el alumno un estado de calma y atención plena.

Los principales cambios encontrados en la utilización de una actividad de mindfulness (relajación) en los procesos educativos es la reducción de la ansiedad, depresión y estrés percibido incrementando mayor bienestar, mayor capacidad de manejar las actividades en el aula, mejoras en la calidad de la relación con el alumnado, y autoeficacia de los maestros.

Además la aplicación de mindfulness en el ámbito educativo mejora la adaptación y gestiona el estrés, promueve las emociones positivas, puede mejorar el rendimiento cognitivo y la resiliencia hacia el estrés en los estudiantes (Lomas et al., 2017; Meiklejohn et al., 2012; Ruijgrok et al., 2018; Zenner et al., 2014).

Para la implementación de mindfulness desde la aplicación se han tenido las siguientes consideraciones para la **clase presencial**, (ver Figura 50):

1. Antes de la clase se deberá seleccionar y subir en la plataforma el material a utilizarse para la actividad de relajación pudiendo ser:
  - Vídeos.
  - Audios.
  - Textos.
2. La actividad de mindfulness deberá constar en la planificación de las clases con la finalidad de determinar el tiempo y tipo de relajación, en relación a la duración se sugiere se considere de 3 a 4 minutos.
3. Se debe determinar el objetivo que se quiere lograr con la actividad, para que los niños comprendan la importancia. Además, se les deberá explicar qué se requiere total atención y concentración por parte de ellos.
4. Al finalizar la actividad el docente deberá hacer unas preguntas cortas sobre cómo les pareció la actividad, cómo se sienten ahora para empezar la clase y dar por finalizado el tema para centrarse en la parte académica.



Figura 50. Actividad de mindfulness presencial (fuente: elaboración propia)

Si la actividad de relajación es **online** el docente deberá considerar ciertos factores:

1. Seleccionar el material e integrarlo en la aplicación del Compañero de Aprendizaje emocional, pudiendo este puede ser:
  - Vídeos.
  - Audios.
  - Textos.
2. El tiempo de duración de la actividad deberá ser de 3 a 5 minutos, además se sugiere aplicarla al inicio de la clase.
3. Explicar a los niños el objetivo de la actividad para captar la atención y concentración.
4. Previo a ejecutarse la actividad se les debe solicitar a los niños que busquen un lugar adecuado para que se puedan sentar cómodamente.
5. La actividad de relajación online se proyectará desde el dispositivo del docente de manera compartida para sus estudiantes.
6. El docente se encargará de monitorizar las pantallas de los estudiantes para que realicen la actividad de manera conjunta.
7. Finalmente, al terminar el docente dedicará unos minutos para identificar cómo se sienten los niños antes de empezar la clase.

A continuación, se detalla una imagen referencial de cómo podría estar incluida la actividad de mindfulness en la aplicación pudiendo ser utilizada por los docentes y los niños de manera online (ver Figura 51).



Figura 51. Actividad de relajación online (fuente: elaboración propia)

#### 4.5.4 Comunicación emocional

El Compañero de Aprendizaje siempre aparecerá en el chat de comunicación preguntando a los niños cómo se sienten. El niño podrá especificar la emoción ya sea por medio de ratón, teclado o micrófono.

La comunicación emocional está trabajada de acuerdo con las seis emociones básicas propuestas por Ekman et al., (1983). Se ha estructurado esta comunicación en la aplicación bajo el algoritmo **Alcodyemorec** (ver Figura 52).

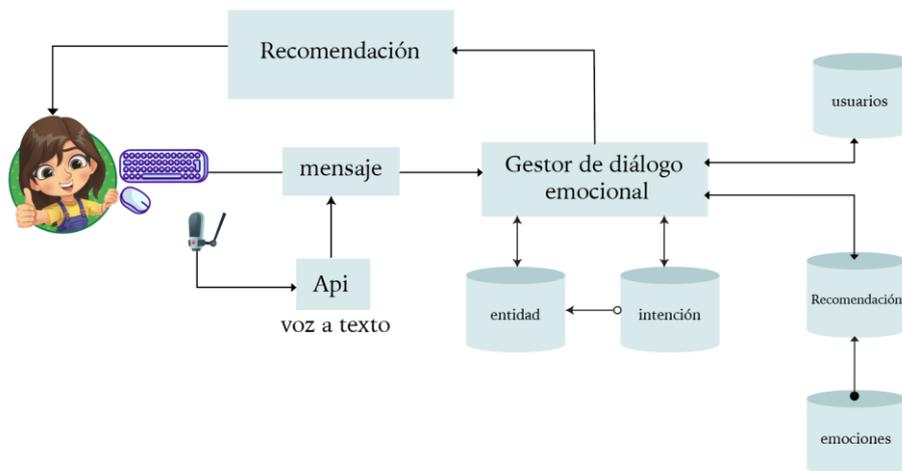


Figura 52. Algoritmo Alcodyemorec de detección de emociones (fuente: elaboración propia)

1. Al iniciar la aplicación el Compañero de Aprendizaje siempre le preguntará cómo está el niño y éste podrá escribir contándole cómo se siente y podrá seleccionar el icono de la emoción con la que se identifique. En este paso se detectará el estado emocional inicial.

2. El niño ingresa podrá ingresar una expresión verbal por medio de dispositivo (teclado, ratón o micrófono)
3. El Gestor de emociones valida en la base de datos el texto (intención) y el estado emocional (entidad de las seis emociones).
4. En la base de datos se seleccionará la imagen con el texto del consejo correspondiente a la intención de estado de ánimo manifestado por el niño.
5. Se incluirá en cada una de las imágenes al Compañero de Aprendizaje con los gestos de la emoción inicial identificada con la finalidad de que los niños sientan la empatía que el Compañero de Aprendizaje tiene con ellos.
6. Finalmente se mostrará a los niños la imagen con la recomendación.

La pantalla que se visualiza en la Figura 53, muestra cómo el sistema se adaptará para entornos presenciales y online, en lo concerniente a la comunicación emocional.

El objetivo es que el **niño vuelva siempre a su estado emocional positivo, así como a concentrarse en el proceso de aprendizaje de programación.**



Figura 53. Detalle visual del algoritmo (fuente: elaboración propia)

En el caso de que el niño escribiera en el chat textos que no están almacenados en la base de datos, el compañero de aprendizaje pedirá retome la actividad. Sin embargo, se guardará la frase para que el docente pueda registrarlo en el sistema, de tal manera que la próxima vez que se escriba esta frase ya se muestre una recomendación relacionada.

Como parte del análisis de la comunicación del Compañero de Aprendizaje se analizó lo propuesto en la rueda de palabras emocionales por Robb (2015) creada para ayudar a los estudiantes a expresarse con mayor claridad en relación a sus emociones (ver Figura 54).

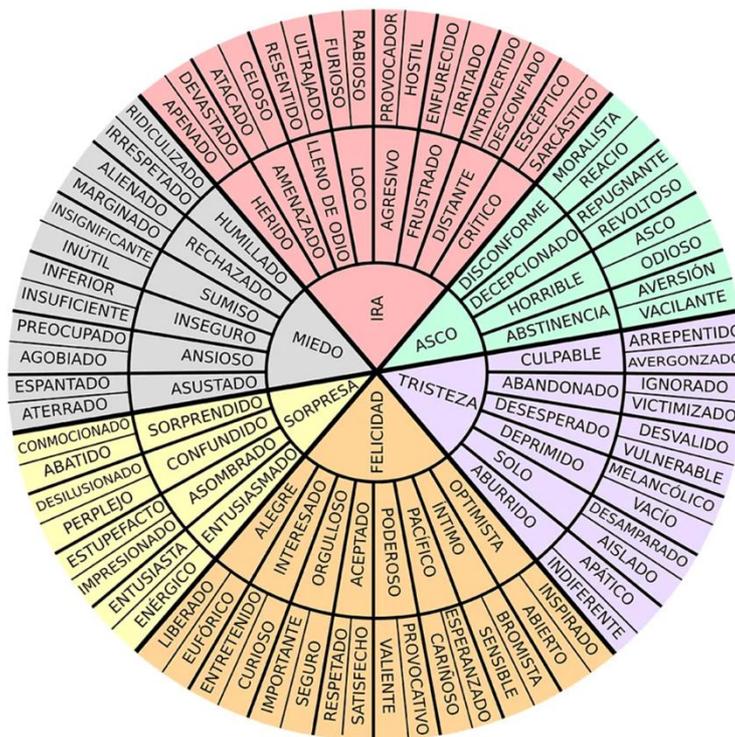


Figura 54. Rueda de las palabras emocionales (elaborado por: Robb, 2015)

Dada la importancia en el aula y la incidencia que tiene la estabilidad emocional de los niños en el salón de clase y en relación con la forma como lo niños tienden a comunicar sus emociones de manera verbal esta se torna muy variada en función del contexto y de la realidad que viven.

Tornello y Becerra (2009) destaca que es importante dar nombre a las emociones (verbalización). La verbalización de las emociones posibilita a las personas a tener conciencia sobre sus propias emociones, por lo cual es imprescindible enseñar a llamar a cada emoción por su nombre cuando se da cierta experiencia emocional.

Para ello después de un análisis de sinónimos, de los textos que los niños crearon en la etapa del codiseño y de las expresiones escritas en el chat de comunicación con el sistema interactivo de aprendizaje se establecen las Tablas 7 a las 12 de posibles expresiones verbales para la comunicación con el Compañero de Aprendizaje. Cabe señalar que estos adjetivos se basan en el contexto cultural de la población infantil.

<b>Expresiones verbales - felicidad</b>		
<b>Palabra emocional</b>	<b>Expresión</b>	<b>Expresiones verbales</b>
Alegre	Contento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quiero divertirme</li> <li>• Alma de la fiesta,</li> </ul>
Aceptado	Satisfecho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Me gusta la escuela</li> <li>• Me gusta el recreo</li> <li>• Me gusta jugar</li> <li>• Amo la naturaleza</li> </ul>
optimista	Entusiasmo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que bien me siento</li> <li>• Qué feliz soy</li> <li>• Me siento animado</li> </ul>
Interés	Atento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quiero jugar,</li> <li>• Me llama la atención</li> <li>• Me parece interesante</li> </ul>

Tabla 7. Expresiones verbales relacionadas con la emoción felicidad (fuente: elaboración propia)

<b>Expresiones verbales – asco/desagrado</b>		
<b>Palabra emocional</b>	<b>Expresión</b>	<b>Expresiones verbales</b>
Asco	Horrible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarea horrible</li> <li>• Me desagrada</li> </ul>
Feo	Decepcionado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula fea</li> <li>• No me gusta los animales</li> <li>• Deberes feos</li> <li>• Tarea aburrida</li> </ul>
Desagrado	Disconforme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tengo deberes complicados</li> <li>• Deberes difíciles</li> <li>• Todo está desordenado</li> <li>• Dormitorio desarreglado</li> </ul>

Tabla 8. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – asco/desagrado (fuente: elaboración propia)

<b>Expresiones verbales – ira/enojo</b>		
<b>Palabra emocional</b>	<b>Expresión</b>	<b>Expresiones verbales</b>
Enojado	Agresivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Me enfada</li> <li>• Estoy enojado</li> <li>• Estoy molesto/molesta</li> </ul>
Herido	Amenazado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Me empujó</li> <li>• Me golpeó</li> <li>• Me hicieron caer</li> <li>• Lo golpeó</li> </ul>
Frustrado	Frustración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No puedo</li> <li>• Es muy difícil</li> <li>• No me sale bien</li> <li>• Mi perro es malcriado</li> </ul>
Indiferente	Distante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quiero estar solo</li> <li>• No quiero hablar</li> <li>• No quiero escuchar</li> </ul>

Tabla 9. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – asco/desagrado (fuente: elaboración propia)

<b>Expresiones verbales – miedo/temor</b>		
<b>Palabra emocional</b>	<b>Expresión</b>	<b>Expresiones verbales</b>
Indefenso	Inseguro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estoy enfermo,</li> <li>• No pude dormir,</li> <li>• Un monstruo</li> <li>• No me gusta el recreo.</li> </ul>
Temeroso	Asustado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tengo miedo a los doctores,</li> <li>• No quiero ir al doctor,</li> <li>• Pesadillas,</li> <li>• Me asusto en la noche,</li> </ul>
Irrespetado	Rechazado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sintió mal,</li> <li>• Mal día,</li> <li>• No tengo con quien jugar,</li> <li>• No juegan conmigo</li> <li>• Es mala conmigo,</li> </ul>
Nervioso	Ansioso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoy me fue mal,</li> <li>• Un día cansado,</li> </ul>

Tabla 10. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – asco/desagrado (fuente: elaboración propia)

<b>Expresiones verbales - tristeza</b>		
<b>Palabra emocional</b>	<b>Expresión</b>	<b>Expresiones verbales</b>
Desanimado	Deprimido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quiero llorar,</li> <li>• Me siento muy mal,</li> <li>• Me siento terrible</li> <li>• Me quitó,</li> <li>• Me hizo llorar,</li> </ul>
Soledad	Abandonado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tengo a nadie</li> <li>• No me quiere,</li> <li>• No tengo nada,</li> <li>• Estoy solo</li> </ul>
fallar	Culpable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saque cero.</li> <li>• No soy bueno</li> <li>• Estoy arrepentido</li> <li>• Lo hice mal,</li> <li>• Lo rompí,</li> </ul>
Agotado	Desesperado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lo quiero ahora,</li> <li>• Estoy agotado,</li> <li>• Estoy cansado,</li> <li>• No sé qué hacer</li> <li>• Necesito ayuda</li> </ul>

Tabla 11. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – tristeza (fuente: elaboración propia)

Expresiones verbales - sorpresa		
Palabra emocional	Expresión	Expresiones verbales
Asombro	Sorprendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mil tareas,</li> <li>● Mil deberes,</li> <li>● Montón de tareas.</li> <li>● Me invito a jugar</li> <li>● Se me cayo</li> <li>● Sin querer lo rompí</li> </ul>
Desorientado	Confundido	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No entiendo</li> <li>● Pasaron corriendo y me empujaron</li> <li>● Me mintió</li> </ul>
Motivado	Entusiasmado	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Esto me va a gustar</li> <li>● Es algo nuevo</li> </ul>

Tabla 12. Expresiones verbales relacionadas con la emoción – sorpresa (fuente: elaboración propia)

Cuando ya se han considerado las expresiones es importante trabajar en áreas bajo los cuales se desplegarán las recomendaciones. Estas podrán definirse en relación al contexto planteado, por ejemplo: escuela, casa, familiares, compañeros, actividades de casa, actividades de escuela, tareas, sueños, etc.

#### 4.6. Fase 6. Experiencia

La fase de la experiencia también se puede realizar de manera presencial y online. Para la experiencia **presencial** de la funcionalidad se deberán realizar varias sesiones prácticas con los estudiantes. Se recomienda apoyarse de herramientas, como entrevistas y encuestas, para ir registrando los comentarios y comportamientos de los niños, frente al proceso de aprendizaje con el Compañero de Aprendizaje emocional.

Si la experiencia se va a realizar de manera **online** se deberá explicar el objetivo de la actividad y solicitar a los estudiantes que accedan a las actividades de manera guiada por el docente para irlos controlando y que no desvíen su atención.

Al terminar cada actividad el docente podrá realizar preguntas puntuales y se deberá ir registrando las consultas e inquietudes que vayan surgiendo en el proceso.

En esta fase, sea presencial u online, se podrán detectar las novedades que se puedan presentar al usar la interfaz y en el acompañamiento en el proceso cognitivo del aprendizaje de programación. Además de detectar el funcionamiento de la comunicación emocional, en esta fase se tomarán en cuenta las observaciones que aparezcan y se podrá volver a la etapa del diseño donde se podrán hacer los ajustes para continuar en el proceso de integración en el aula. También se deben tomar métricas del aprendizaje de los estudiantes con pruebas de aprendizaje y de su satisfacción con cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas.

#### 4.7. Fase 7. Integración en el aula

La integración en el aula ya sea presencial u online, es la última fase de la metodología. En esta fase es importante planificar el número de sesiones que se desarrollará presencial u online.

Una vez validado tanto el entorno como su funcionalidad, se deberá realizar una planificación del número de sesiones y temas de programación que se van a abordar en el aula de Educación Primaria. Es recomendable iniciar por temas básicos e ir incrementando progresivamente los contenidos y la dificultad.

Además, se sugiere establecer un cronograma de trabajo para aplicarlo en la asignatura que la institución designe para la utilización del Compañero de Aprendizaje emocional de enseñanza de programación. Por otro lado, las sesiones dependen del enfoque que se quiera dar. Al ser un Compañero de Aprendizaje que está desarrollado para entornos web, la utilización se podrá planificar para usarlo de manera **presencial** u **online**.

**A continuación, se detallan las actividades por sesiones.**

Para las **sesiones presenciales** se recomienda realizar los siguientes pasos (ver Figura 55):

1. Planificar el tiempo.
2. El docente debe dar una breve introducción al tema que se abordará en cada clase.
3. Realizar una retroalimentación en caso de ser necesario para poder iniciar el nuevo tema.
4. A continuación, se podrá incluir al Compañero de Aprendizaje en la clase, el mismo que acompañará a los estudiantes ya sea para reforzar lo aprendido por medio del material didáctico o para preguntarles cómo se sienten y para enseñarle a programar por medio del acompañamiento en la resolución de ejercicios.



Figura 55. Integración de la aplicación presencial (fuente: elaboración propia)

Para la ejecución de las **sesiones online**, se pueden usar herramientas de comunicación, como Zoom, Microsoft Teams o Google Meet, se sugiere el mismo procedimiento añadiendo ciertos pasos propios de esta modalidad (ver Figura 56):

1. Dado que la integración en aula será online se sugiere solicitar encender la cámara a los estudiantes para identificar que se cuenta con la atención de los niños.
2. El docente presenta el tema.
3. El docente deberá ir nombrando a los estudiantes para realizarles preguntas de diagnóstico del tema.
4. Explicar el tema.
5. Realizar ejercicios con los estudiantes sobre el tema de la clase y mostrar la resolución de estos.
6. Además, se sugiere realizar preguntas constantemente sobre el tema o las formas de resolución.
7. Solicitar a los niños compartir pantalla para que demuestren lo aprendido resolviendo los ejercicios y así se sientan incluidos en el proceso de aprendizaje.
8. Colocar el material didáctico en el sistema para que esté disponible todo el tiempo, con la finalidad de que los estudiantes puedan revisar como apoyo a las dudas que hayan surgido como parte del proceso de aprendizaje.



Figura 56. Integración de la aplicación online (fuente: elaboración propia)

## **CAPÍTULO V Aplicación experimental de la investigación**

De acuerdo con lo manifestado en el estado del arte los niños que aprenden con Compañeros de Aprendizaje están más centrados en sus tareas que los niños que utilizan programas informáticos educativos sin Compañeros de Aprendizaje (Chang et al., 2008).

Es por ello por lo que varios estudios han considerado que el Compañero de Aprendizaje debe manejar emociones y afectos e inferir y responder al estado afectivo de un estudiante, observando y detectando los signos emocionales del estudiante. Así que se ha considerado que un Compañero de aprendizaje puede trabajar con los movimientos posturales determinando el interés o desinterés en el proceso de aprendizaje (Picard, 2006).

En virtud de estos antecedentes y basado en lo expuesto en el capítulo IV en donde se explica que MEDIE\_LECOE es una extensión de la metodología MEDIE que sirve para crear Agentes Conversacionales Pedagógicos.

En esta capítulo se valida la metodología MEDIE\_LECOE por medio del diseño, implementación e integración en el aula de un compañero de aprendizaje emocional, aplicando sus siete fases: 1) comunicación con equipo docente y expertos; 2) codiseño con los estudiantes; 3) rediseño; 4) adaptación emocional; 5) construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional; 6) experiencia; y 7) integración en el aula, la misma que ha permitido desarrollar un Compañero de Aprendizaje emocional para enseñar programación en Educación Primaria: **Alcody** cuyo nombre representa (Algoritmo - Código)

### **5.1. Fase 1. Comunicación con el equipo docente y expertos.**

Para el diseño de la interfaz se inició el estudio en el período 2016 – 2017, como parte de la metodología, para el análisis de requisitos, se entrevistó a un docente de una escuela de Educación Primaria en España en junio de 2017 y dos docentes de una escuela de Ecuador en julio 2017.

Como resultados de estas reuniones, teniendo en cuenta la experiencia de los maestros, se plantean los rasgos iniciales del sistema interactivo educativo. Los maestros manifestaron que el Compañero de Aprendizaje debería presentar una estructura sencilla constituida por formas básicas y que tuviera colores pasteles. El personaje inicial que se presentó (ver Figura 57) fue creado con formas geométricas simplificadas con una apariencia sencilla, con brazos y piernas formados por resortes y con un aspecto amigable.



Figura 57. Primer prototipo de Compañero de Aprendizaje (Morales et al., 2017)

Como apoyo en esta fase se realizó también el acercamiento con un profesional en psicología clínica en agosto 2017. Éste destacó algunos puntos que se deben considerar para el desarrollo del Compañero de Aprendizaje:

- Los **colores**, por su importancia en la conducta y en los procesos pedagógicos, dado que estos influyen de manera significativa en la **percepción, el aprendizaje y la conducta del ser humano**. Por ello se aconsejó trabajar con tonos pasteles para favorecer la concentración, así como la serenidad, el aprendizaje y la memoria.
- La **edad de los niños de 7- 11 años** dado que se encuentran en la **etapa operacional concreta** revisada en el marco teórico (Piaget, 1980). Por lo que se aconseja que las actividades que se planteen en el sistema interactivo de aprendizaje deben estar acorde a las mismas.
- El año de nacimiento entre 2010 y 2025 puesto que son conocido como la **generación Alfa** (Turk, 2017). Quienes se caracterizan por el **dominio de la tecnología** y por la gran **capacidad de conectar con material audiovisual** rápidamente.

Ante todo lo expuesto subrayó que el Compañero de Aprendizaje tendría que generar empatía con los niños, además debería adoptar los estados emocionales que el niño pudiera tener.

Para este primer encuentro se trabajó con la aplicación de la herramienta de entrevista. Se realizaron dos entrevistas a los docentes y dos entrevistas al psicólogo de las cuales se extrajeron las características iniciales que se muestran en la Tabla 13 que debe tener el compañero de aprendizaje emocional para la enseñanza de la programación a niños cursando Educación Primaria.

Mes	Sujeto	Actividad	Datos obtenidos
Junio 2017	Docentes	Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colores tonos pasteles.</li> <li>• Formas básicas y sencillas.</li> </ul>
Julio 2017	Docentes	Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apariencia amigable.</li> <li>• Contextura antropomórfica con brazos y piernas.</li> </ul>
Agosto 2017	Psicólogo Clínico	Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de los niños (Generación Alfa).</li> <li>• Combinación de tonos pasteles para favorecer la concentración, la serenidad, el aprendizaje y la memoria.</li> <li>• Identificación de la etapa operacional concreta (7- 11 años) donde los niños trabajan con operaciones mentales aplicadas a eventos concretos; clasificación y jerarquía.</li> <li>• Empatía y adopción de estados emocionales.</li> </ul>

Tabla 13. Resumen de comunicación con el equipo docente y expertos (fuente: elaboración propia)

## 5.2. Fase 2. Codiseño con los estudiantes.

Para la fase del codiseño en los meses de octubre, noviembre del 2017, se trabajó con 66 niños (entre hombres y mujeres) de 8 a 10 años de una institución de Educación Primaria en España. Se realizaron 66 entrevistas para determinar el conocimiento que tenían de programación (ver Figura 58).

Además, según la técnica de prototipado **Storytelling**, se les pidió a los niños que establecieran una historia en la que debían escribir un diálogo con el ordenador sobre cómo les gustaría que se les enseñara programación.

Esto con la finalidad de recopilar de manera directa sus expresiones en un medio escrito. De esta actividad se obtuvieron 66 historias que fueron analizadas para la fase de rediseño.

- 1) ¿Qué es programar? *crear algo en el ordenador.*
- 2) ¿Te gustaría aprender a programar? *Si, me encantaría.*
- 3) ¿Te apetece que te enseñe a programar? *¡Si!*
- 4) ¿Preferes que te enseñe Scratch o te gustaría probar a aprender conmigo? *Aprender con tigo me gusta más.*
- 5) ¿Te gusta aprender a programar como si fuera cocinar? *Si.*
- 6) ¿Te gusta aprender a programar como si fuera escribir un cuento? *Si.*
- 7) ¿Preferes aprender a programar como si fuera cocinar o como si fuera escribir un cuento? *Como si fuera escribir un cuento.*
- 8) ¿Cómo te gustaría que hablase contigo? ¿qué tipo de ejercicios te gustan? *hablando me gustan los ejercicios de estrategia.*
- 9) Si no entiendes algo, ¿cómo te gustaría que te lo mostrase? *con ejemplos e imágenes.*
- 10) ¿Cuánto tiempo te gustaría practicar conmigo a la semana? ¿en casa, en clase o en ambos sitios? *Me gustaría practicar casi todos los días y en ambos sitios.*

Figura 58. Ejemplo de una entrevista para identificar los conocimientos de programación (fuente: Morales et al., 2019)

### 5.3. Fase 3. Re-diseño

En el período 2017 – 2018, una vez que los niños han creado las historias se procede a examinarlas de manera contextual. Así, se analiza la parte comunicacional interpretando los textos que darían las pautas para el diseño del Compañero de Aprendizaje y del entorno de comunicación. Esto se logra por medio del análisis de contenido como herramienta para comprender las historias contadas por los estudiantes.

Del primer acercamiento de los niños con la interfaz se concluye que:

- Los niños por medio de los diálogos identificaron al ordenador como el nexo de aprendizaje y acompañante.
- En ciertos casos identifican al Compañero de Aprendizaje como un ser animado los cual da pautas para la creación y características del personaje.

De las historias creadas por los niños se puede extraer las características implícitas en los textos para el co-diseño, como se observa en el texto (ver Figura 59)

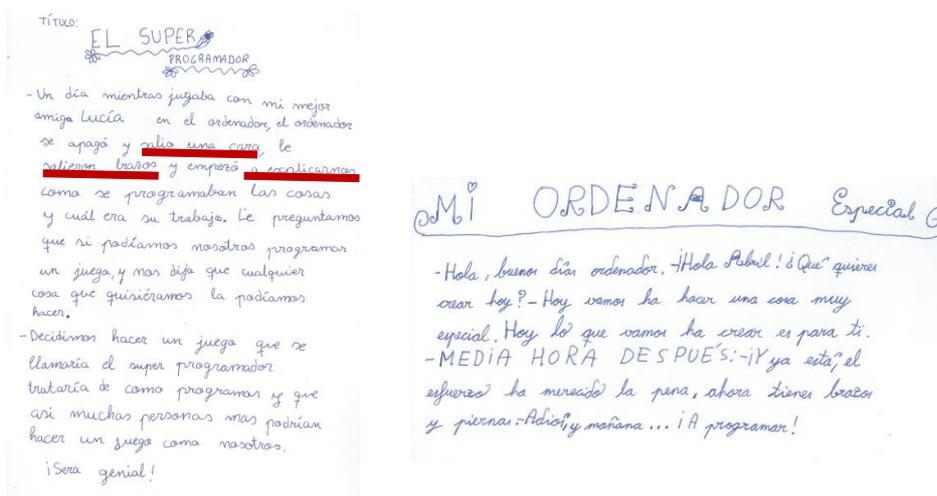


Figura 59. Historias de conversación de los niños (fuente: Morales et al., 2019)

En el análisis de contenidos se extraen palabras clave asociadas a nueve parámetros. Cinco de ellos: PERSONAJE, GÉNERO, COLOR, CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAJE y ESTADO DE ÁNIMO permiten definir los rasgos generales de forma y actitud del personaje; mientras que: TIPO DE HISTORIA, ESTRUCTURA DE LA HISTORIA, TEMA y COMO TE GUSTARÍA QUE HABLASE CONTIGO, permiten establecer el carácter del personaje y sus interacciones con los usuarios (ver Figura 60).

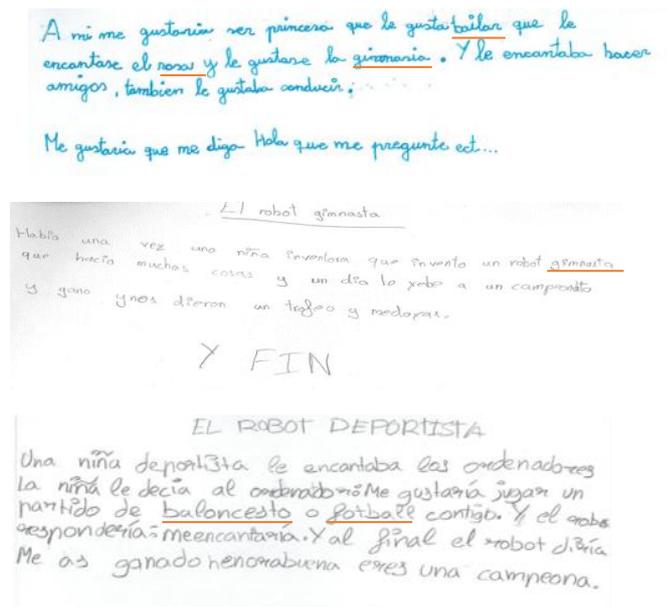


Figura 60. Descripción de las características del robot por medio de textos (fuente: Morales et al., 2019)

Como parte del método de análisis de contenidos se extraen las ideas y atributos que sirven para el desarrollo del personaje y su contexto. Se establece una matriz de análisis morfológico (ver Tabla 14) donde se organizan las ideas y se configuran la opción u opciones más viables.

Personaje	Género	Color	Características del Personaje	Estado de Ánimo
Ordenador (25)	*No define (34)	*No define (54)	Deporte (7)	Normal (22)
Persona (19)	Masculino (20)	Varios colores (5)	*No define (6)	Amigable (15)
Robot (7)	Femenino (7)	Rosado (2)	Hablar (5)	*No define (8)
Animal (6)			Características humanas (brazos, boca, piernas) (4)	Feliz (5)
Transporte (2)			característica de animales (2)	Asombro (2)
			Bailar (2)	Preocupado (2)
	Sorprendido (2)			
			Triste (2)	
			Mensajes positivos (1)	
			Agresividad (1)	

Nota: \* Son valores cuantitativos representativos de la muestra, pero no tienen valor cualitativo.

Tabla 14. Resultado del análisis de las historias escritas por los niños (fuente: Morales et al., 2019)

Los rasgos generales que se destacan sobre género y color están presentes bajo dos parámetros claros; el género está presente de forma ambivalente, masculino y femenino, siendo el primero el que logró mayor puntuación como se muestra en la Tabla 15.

<b>Género</b>	<b>Color</b>
masculino (20)	femenino (7)
varios colores (5)	Rosado (2)

Tabla 15. Género y color (fuente: Morales et al., 2019)

Los rasgos recopilados aproximan la propuesta de diseño hacia un personaje con rasgos antropomorfos, es decir, una cabeza, tronco y extremidades como base para el diseño.

Para el carácter del personaje se considera que debe ser calmado, sin sobresaltos mayores y que realice actividades humanas como el deporte, también se destaca que debe comunicarse con los niños, con un tono amigable y empático.

En la investigación también se pudo destacar rasgos de personalidad para Alcodey como se muestra en la Tabla 16.

<b>Personaje</b>	<b>Características del personaje</b>	<b>Estado de Ánimo</b>
*Ordenador	*Deporte	*Normal
*Persona	Hablar	Amigable
Robot	Humanas (brazos, boca, piernas)	Feliz
Transporte	Característica de animales	Sorprendido
Animal	Bailar	Asombro
		Mensajes positivos
Nota: * Características con mayor representatividad.		

Tabla 16. Personalidad del Compañero de Aprendizaje (fuente: Morales et al., 2019).

Se ha decidido optar por los rasgos más destacados que permitan una adecuada comunicación no verbal para el Compañero de Aprendizaje.

Estas características son: una cara expresiva, brazos que le permiten realizar actividades y comunicarse con los usuarios del sistema.

La Figura 61 muestra la nueva imagen Alcodey, adaptada a las preferencias y sugerencias de los niños.



Figura 61. Imagen Alcodey, Compañero de Aprendizaje (fuente: Morales et al., 2019).

El Compañero de Aprendizaje Alcodey ahora se muestra amigable, se ha trabajado en los ojos para denotar expresividad. Los colores se mantienen en una base neutra permitiendo que los elementos visuales complementarios sean notorios y se pueda variar al compañero de aprendizaje en su personalidad y actitud.

En relación con las formas, la estructura es más simplificada y representa tecnología. Esto se relaciona con la experiencia que los niños tienen en manejo de medios y dispositivos.

Las principales características de este nuevo diseño son las siguientes:

- Las gafas representan un elemento de identidad del nombre del personaje Alcodey, aun cuando no es visible al 100%, esto se plantea como estrategia de diferenciación creativa que genera un mayor dinamismo en la creación e identidad del personaje.
- El nombre asignado intenta presentar cualidades de ser multifacético en personalidad: alegre, amigable, activo, inmediatez en la comunicación y es un guía de las actividades.
- El concepto que se ha manejado de manera gráfica muestra un robot inteligente de última generación que guía a los niños en su aprendizaje de programación.
- La forma compacta de los elementos más representativos son los ojos y la pantalla del cuerpo, mientras que los elementos complementarios que no interactúan en la interfaz se han simplificado para facilitar la interacción del personaje.
- El personaje, al no tener mayor expresividad en el rostro, con el movimiento de brazos y manos consigue convertirse en una estrategia de comunicación con los niños.
- La forma general es ovoide, con detalles y complementos redondos; se utilizan figuras básicas y simplificadas para definir la forma del personaje; los trazos son finos y no tienen gran impacto en la estructura global.
- Los pies se simplifican porque no tiene interacción dentro de las actividades de la interfaz.

- En general, el diseño utiliza formas básicas, como círculos, rectángulos, cuadrados, etc., que forman los entornos y los personajes. Éstos aplican estos elementos con el fin de no saturar la interfaz.
- En relación con la aplicación de los colores se trabaja con una paleta de tonos relacionados con la tecnología, y a su vez, se pretende que sean alegres y permitan su aplicación en entornos cotidianos de los niños.

La representación del personaje en sus distintas facetas es discreta, pero notoria (ver Figura 62), detalles y ornamento de colores y variantes sutiles marcan las diferentes propuestas para la alternancia del personaje en los escenarios y narrativas que tienen que acompañar al aprendizaje del niño.



Figura 62. Representación del Compañero de Aprendizaje en versiones (fuente: Morales et al., 2019)

Para una mejor interacción de los niños y con la finalidad de personalizar a Alcodey se presenta la opción de personalizarlo en varios colores como celeste, naranja, rosa, verde y violeta (ver Figura 63). Esta opción estará disponible para la personalización de la interfaz.

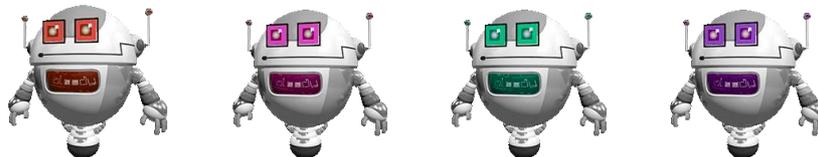


Figura. 63. Alcodey en varios colores (fuente: elaboración propia)

#### 5.4. Fase 4. Adaptación emocional del Compañero de Aprendizaje.

En virtud de la importancia que tiene la empatía que debe mostrar el Compañero de Aprendizaje en el período 2018 -2019, se ha personalizado sus gestos en relación con la selección que el niño pudiera realizar al iniciarse a trabajar en el sistema interactivo educativo. Esta personalización aparecerá en el Compañero de Aprendizaje cuando el niño seleccione o indique su estado emocional.

Para la integración del Compañero de Aprendizaje Alcodey y las emociones en el proceso de la enseñanza de programación, se ha realizado un análisis de rasgos característicos, de acuerdo con las seis emociones propuestas por Ekman et al., (1983): felicidad, tristeza, miedo, asco/desagrado, sorpresa, ira/enojo y se ha integrado en el diseño de las facciones del Compañero de Aprendizaje.

### 5.4.1 Alcody felicidad.

Para personalizar a Alcody felicidad (ver Figura 64) se consideró las siguientes características en el rostro: movimiento de los músculos en los ojos generando ligeras líneas de expresión, mejillas levantadas y labios que forman un semiarco con una curvatura en U, como se indicó en el apartado 4.4.

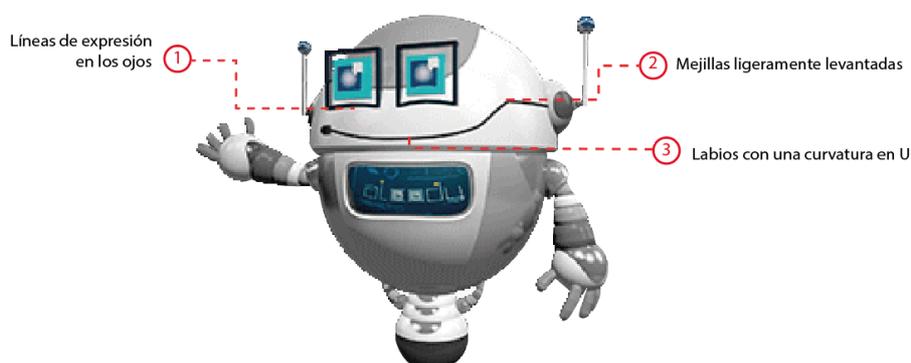


Figura 64. Alcody felicidad (fuente: Morales et al., 2021)

Alcody puede personalizarse y se muestra feliz en el color que seleccione (ver Figura 65).

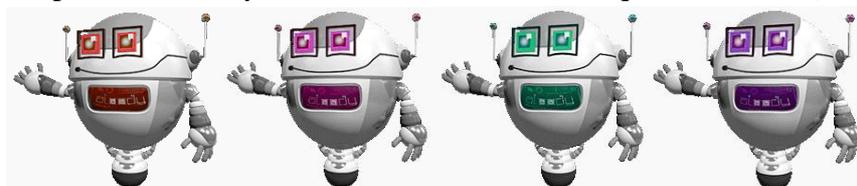


Figura 65. Alcody felicidad varios colores (fuente: elaboración propia)

### 5.4.2 Alcody tristeza

Para personalizar al personaje de Alcody tristeza (ver Figura 66) se consideró las características: cejas elevadas al interior, comisuras deprimidas y mentón elevado.

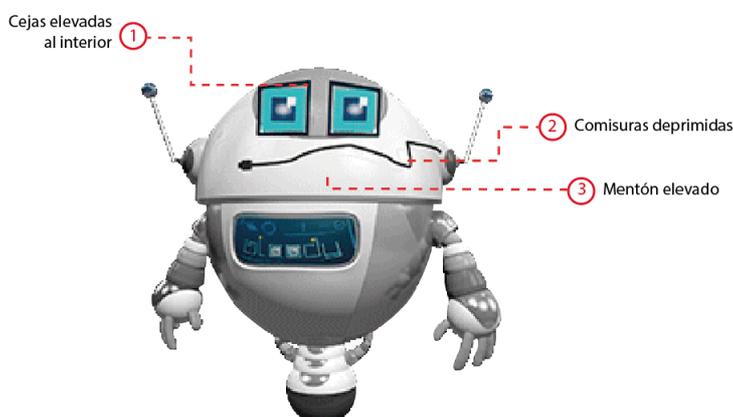


Figura 66. Alcody tristeza (fuente: Morales et al., 2021)

Alcody podrá personalizarse y se mostrará triste en el color que seleccione (ver Figura 67).

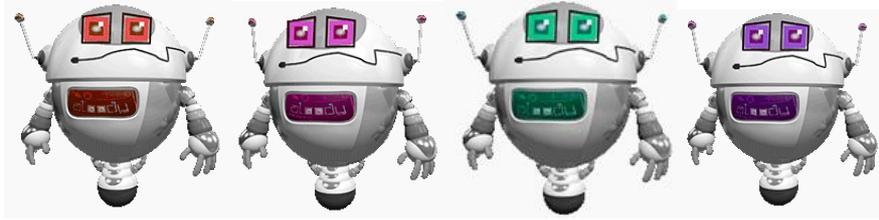


Figura 67. Alcody tristeza de colores (fuente: elaboración propia)

### 5.4.3 Alcody Miedo

Para personalizar a Alcody miedo (ver Figura 68) se consideró las siguientes características: párpados superiores levantados, labios ligeramente estirados horizontalmente en dirección a las orejas, cejas levantadas y juntas, párpados inferiores tensos.

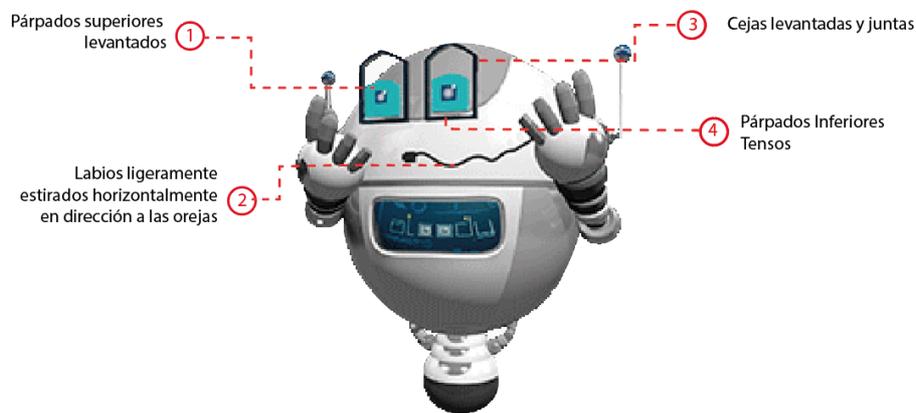


Figura 68. Alcody miedo (fuente: Morales et al., 2021)

ALCODY podrá personalizarse y se mostrará con miedo en el color que seleccione (ver Figura 69).

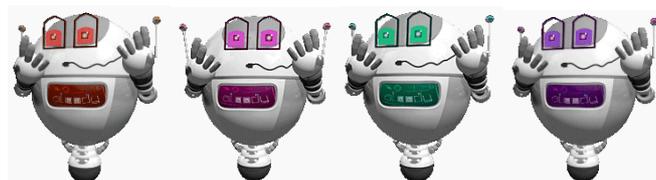


Figura 69. Alcody miedo en colores (fuente: elaboración propia)

### 5.4.4 Alcody asco/desagrado

Para personalizar a Alcody desagrado (ver Figura 70) se consideró las siguientes características: cejas disparejas, labio se curva hacia arriba, ojos estrechos y mejillas que se levantan.

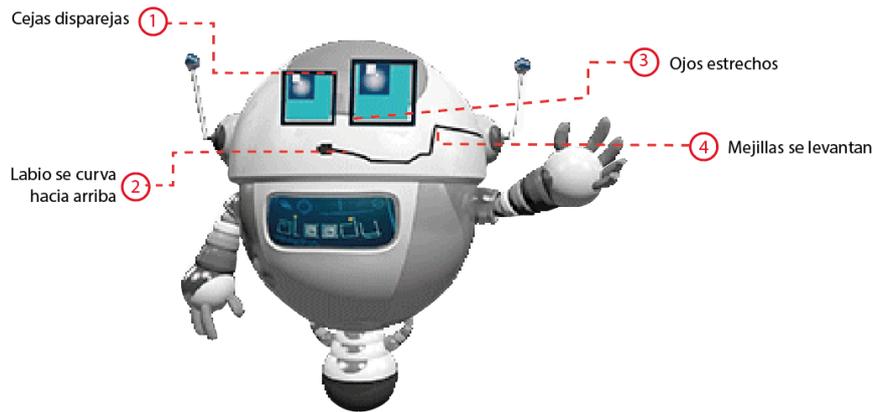


Figura 70. Alcody asco/desagrado (fuente: Morales et al., 2021)

Alcody podrá personalizarse y se mostrará con asco o desagrado en el color que seleccione (ver Figura 71).

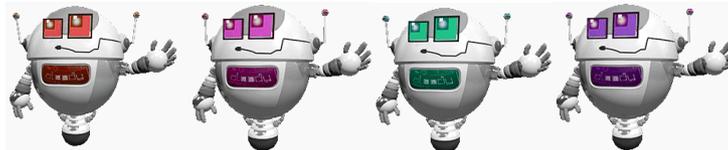


Figura 71. Alcody con gesto de asco/desagrado colores (fuente: elaboración propia)

### 5.4.5 Alcody sorpresa

Para personalizar a Alcody sorpresa (ver Figura 72) se consideró las siguientes características: cejas elevadas hacia el exterior, párpado elevado, mentón caído.

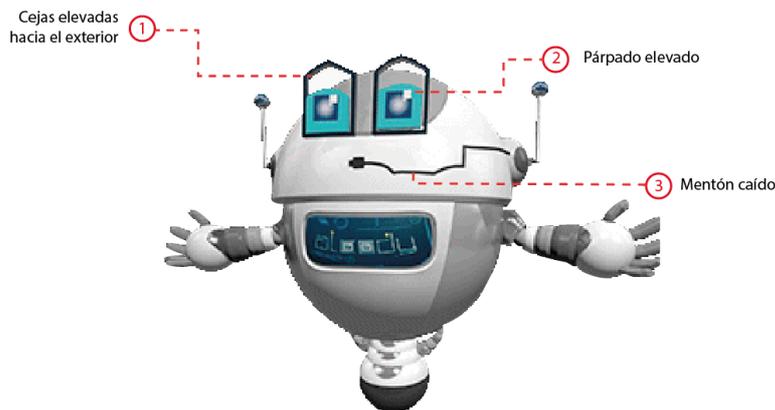


Figura 72. Alcody sorpresa (fuente: Morales et al., 2021)

Alcody podrá personalizarse y se mostrará sorprendido en el color que seleccione (ver Figura 73).

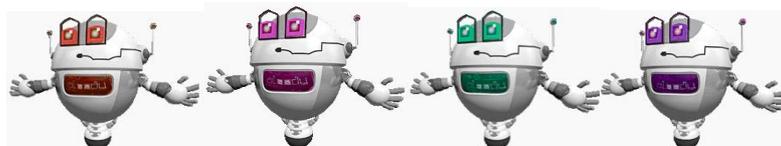


Figura 73. Alcody sorpresa colores (fuente: elaboración propia)

### 5.4.6 Alcody ira/enojo

Para personalizar a Alcody furia (ver Figura 74) se consideró las siguientes características: las cejas bajan y se juntan, la mirada se enfurece y los labios se estrechan.

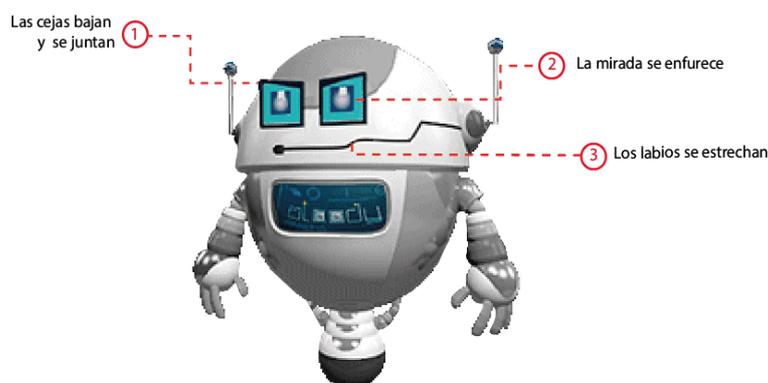


Figura 74. Alcody ira/enojo (fuente: Morales et al., 2021)

Alcody podrá personalizarse y se mostrará con ira o enojo en el color que seleccione (ver Figura 75).

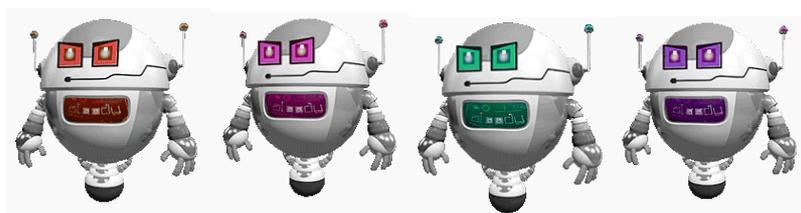


Figura 75. ALCODY ira/enojo varios colores (fuente: elaboración propia)

## 5.5. Fase 5. Construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional.

Como parte de la etapa del codiseño en la aplicación de la técnica del Storytelling se pudo observar cómo escribieron la historia de comunicación de los niños con el Compañero de Aprendizaje y de ahí se tomó en cuenta las bases del diseño del sistema interactivo educativo para la elaboración de la interfaz (ver Figura 76).

El entorno va asociado a la personalidad de Alcody. Por tanto, se estructuran los espacios con un entorno limpio, pero que denota tecnología donde se manejan líneas y formas muy sutiles. Éstas no interfieren con las actividades lúdicas del personaje y el usuario.

Los fondos son neutros y se prioriza los espacios de información con textos simples contrastantes e ilustraciones coloridas. A cada tipo de información se le asigna un color para ser identificado con mayor facilidad y rapidez.

Para la interfaz de comunicación entre el usuario y el Compañero de Aprendizaje, se analiza la experiencia de los niños relacionada con la forma de comunicarse por medio de aplicaciones digitales.

Para la pantalla de identificación se ha considerado el factor de personalización, brindando al usuario flexibilidad para generar en él empatía con el sistema.

Los usuarios ingresan mediante un usuario y contraseña que previamente fue asignado. Una vez que los estudiantes han entrado en el sistema pueden tener acceso a editar su perfil teniendo varias opciones:

- Nombre (que es con el que Alcody lo va a identificar en adelante).
- Género.
- La imagen, pudiendo seleccionar de las preexistentes o subir una nueva.

De igual manera pueden acceder a personalizar el tema de la aplicación entre 16 opciones de color e incluso a seleccionar uno de los 5 colores de Alcody, logrando en el usuario una sensación de pertinencia en el ambiente de aprendizaje digital.



Figura 76. Captura de pantalla de Editar Perfil (fuente: Morales et al., 2020)

### 5.5.1. Pantalla de comunicación.

De los textos escritos por los niños en las historias en la fase del codiseño, se observa cómo las han escrito y la forma peculiar que tienen para realizarla, con una estructura similar a la de un chat (ver Figura 77).

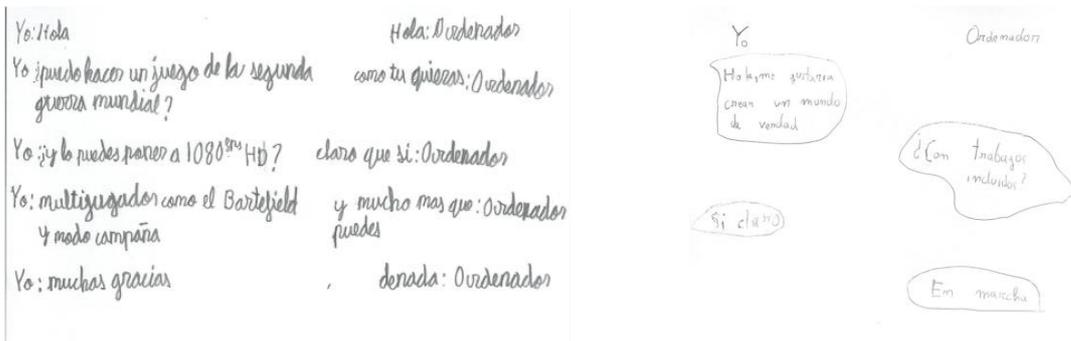


Figura 77. Ejemplo de diálogos creados por los niños (fuente: Morales et al., 2019)

El análisis de estas estructuras de diálogo ha servido de base para el diseño de la interfaz de comunicación como se muestra a continuación.

Para la comunicación con el Compañero de Aprendizaje se han establecido tres canales:

- El teclado,
- El micrófono,
- El ratón.

Por medio de estos tres canales los niños pueden comunicarse con el Compañero de Aprendizaje en el sistema interactivo educativo, en el chat de comunicación.

El sistema interactivo educativo cuenta con una Base de Datos que registra los nombres de los usuarios, sus claves y la imagen a presentar con la finalidad de que al ingresar les aparecerá su nombre tanto en la cabecera como el chat, (ver Figura 78).

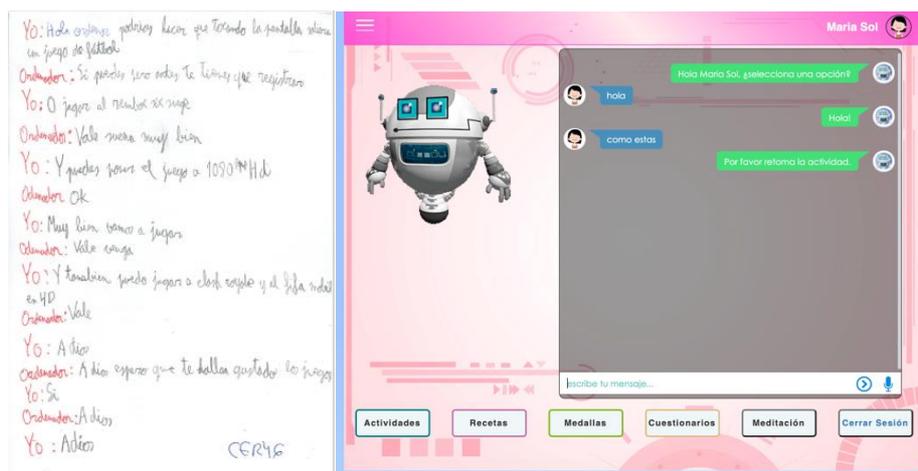


Figura 78. Interfaz de chat basado en el análisis de los textos (fuente: Morales et al., 2019)

### 5.5.2. Zona de actividades

El sistema interactivo educativo cuenta con varias actividades destinadas a promover el desarrollo cognitivo por medio del aprendizaje de programación.

Para ello se cuenta con ciertos botones que permiten acceder a:

- Actividades gamificadas que contiene juegos lógicos y recetas.
- Actividad de relajación, por medio de audios.

En la pantalla principal se ha colocado el acceso a estas actividades como se muestra a continuación (ver Figura 79).

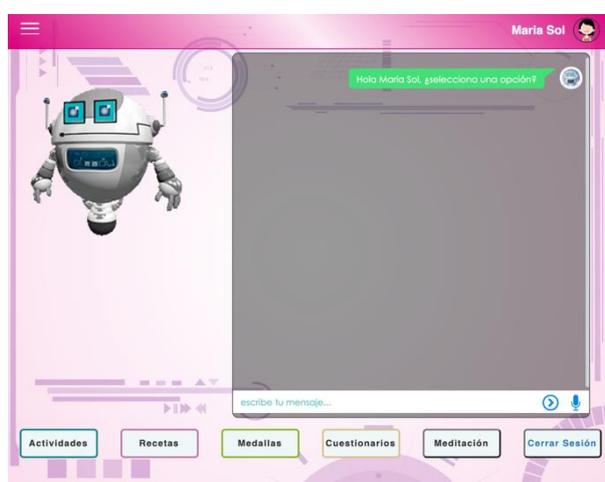


Figura 79. Pantalla principal de Alcody (fuente: elaboración propia)

#### 5.5.2.1 Botón Actividades

Al dar clic en el botón de actividades se muestra los juegos a los que se puede acceder siendo estos orientados a desarrollar el pensamiento lógico, para ello se cuenta con el acceso a tres juegos (ver Figura 80):

- Lobo, oveja y col.
- Ranas saltarinas.
- Misioneros.



Figura 80. Pantalla de Actividades de Alcody (fuente: elaboración propia)

### 5.5.2.2 Botón recetas

Al dar clic en el botón de recetas se muestra la pantalla de los platos que los niños pueden preparar, teniendo cuatro opciones para elaborarlas (ver Figura 81):

- Desayuno.
- Tortilla.
- Hamburguesa.
- Espagueti.

Para la elaboración de estas recetas se puede acceder con un clic arrastrando los ingredientes, o escribiendo los nombres o nombrándolos por medio del micrófono.



Figura 81. Pantalla de recetas (fuente: elaboración propia)

### 5.5.2.3 Botón medallas

El botón medallas permite a los niños conocer el avance de las recetas y actividades completadas (ver Figura 82).

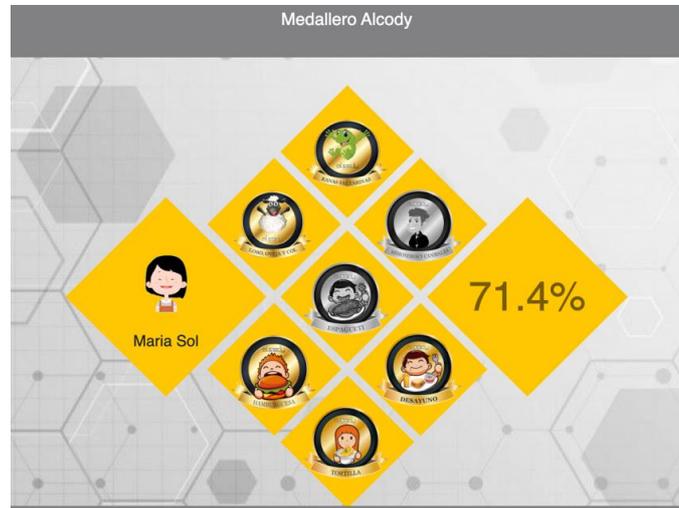


Figura 82. Página medallero (fuente: elaboración propia)

### 5.5.3 Actividad cognitiva

El sistema interactivo educativo contempla la enseñanza de programación con el acompañamiento del Compañero de Aprendizaje. Desde la pantalla principal del sistema se podrá acceder por medio del botón cuestionario al módulo de cuestionarios que permite al usuario resolver algoritmos básicos de programación.

En este módulo además de permitir a los niños programar se pueden comunicar con el Compañero de Aprendizaje por medio del chat y gestionar las emociones durante el desarrollo de los ejercicios, desde aquí también podrán ver los tutoriales que le orientarán a resolver los algoritmos planteados.

Al ingresar al módulo de cuestionario aparecerá la pantalla de indicaciones generales como se observa en la Figura 83.



Figura 83. Captura de pantalla principal del módulo de programación (fuente: Ocaña et al., 2020)

A partir de esta pantalla se mostrarán 5 ejercicios enfocados a identificar los conceptos de programación: variable, entrada y salida, condicionales y bucles.

Previo a iniciar el ejercicio se le mostrará al niño una pantalla en la que el Compañero de Aprendizaje preguntará cómo se siente, como se muestra en la Figura 84.



Figura 84. Pantalla inicial de ejercicio de programación (fuente: elaboración propia)

El niño seleccionará la imagen relacionada con el estado emocional con que inicia la actividad. A continuación, se mostrará la pantalla con los ejercicios que se debe resolver usando pseudocódigo según MEDIE\_GEDILEC, metodología complementaria que guía el diálogo entre el estudiante y Alcodey como se describe en Ocaña et al. (2020).

- **Iniciar** para dar inicio al programa,
- **Leer** para tomar información por parte del usuario,
- **Escribir** para entregar información generada del algoritmo, generalmente por pantalla,
- **Finalizar** para terminarlo,

Una vez que ha concluido el programa podrá dar clic en el botón ejecutar (ver Figura 85) para visualizar el resultado (ver Figura 86).

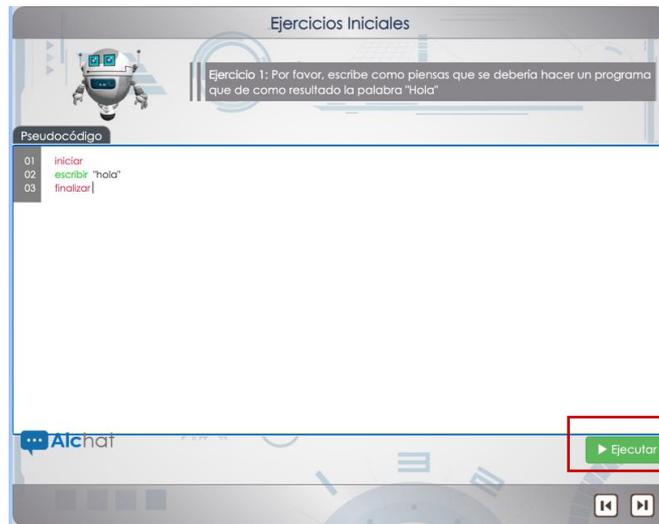


Figura 85. Captura de pantalla con algoritmo de resolución de ejercicios (fuente: Ocaña et al., 2020)



Figura 86. Captura de pantalla del resultado del botón ejecutar (fuente: Ocaña et al., 2020)

Una vez que el niño ha terminado de programar los ejercicios, el sistema interactivo educativo por medio del Compañero de Aprendizaje le enviará un mensaje en el que le dice que ha sido un gusto trabajar con él y le vuelve a preguntar el estado emocional con el que termina los ejercicios (ver Figura 87).



Figura 87. Pantalla de identificación del estado emocional con el que terminan los ejercicios (fuente: elaboración propia)

Esta información se registra en la Base de Datos, guardándose el estado inicial con el que los niños empiezan a realizar los ejercicios y se registra también el estado final con el que los niños concluyen la práctica.

Cabe señalar que los ejercicios podrán ser ingresados por los profesores de acuerdo con el tema que se quiera reforzar.

#### 5.5.4. Material didáctico

Con la finalidad de brindar apoyo y soporte a los niños dentro del sistema interactivo de aprendizaje se ha desarrollado material didáctico de acuerdo con lo establecido por Prendes (2003) analizado en la sección 4.5.3.2. en la Figura 46.

A continuación se muestra una pantalla del chat donde los niños podrán invocar a los tutoriales y comunicarse con el Compañero de Aprendizaje (ver Figura 88).

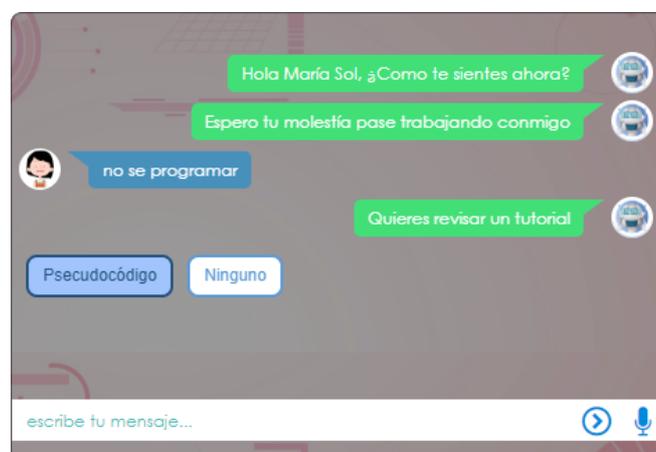


Figura 88. Pantalla de acceso a tutoriales (fuente: Ocaña et al., 2020)

Los estudiantes encontrarán cuatro tutoriales que podrán ser revisado ingresando los siguientes textos como se muestra en la Figura 89, al escribir:

- No sé Programar.
- Ver clase inicial.
- Ver clase condicional.
- Ver clase ciclos.

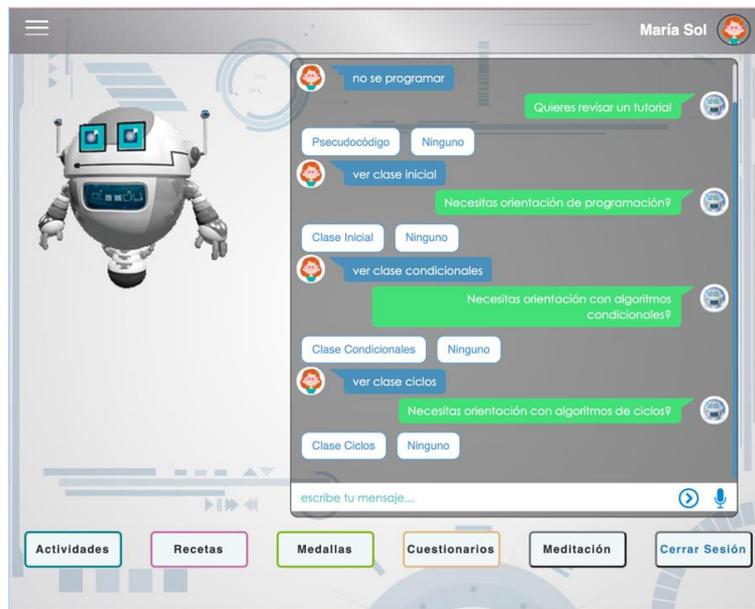


Figura 89. Pantalla de invocación a tutoriales (fuente: elaboración propia)

Si el usuario da clic en alguno de los tutoriales estos le brindarán una guía de manera puntual con conceptos, pasos y ejemplos de aspectos relacionados con la enseñanza de programación (ver Figura 90).

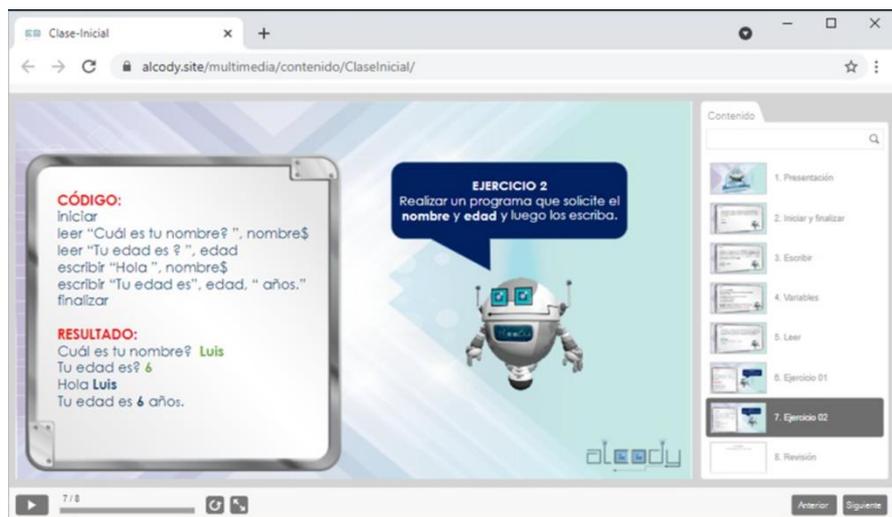


Figura 90. Pantalla de video tutorial (fuente: elaboración propia)

El tutorial que aparece al escribir **no sé programar** es sobre **Pseudocódigo** y abarca:

- Una explicación del pseudocódigo y que es Alcodey,
- El concepto de programa y programación,
- Variables y entrada/salida

En los siguientes tutoriales se revisan el resto de los conceptos y cómo programarlos en Alcodey.

Los tutoriales estarán disponibles para que los niños los puedan utilizar en cualquier momento que tengan dudas. Están estructurados con texto escrito, imágenes y tienen una grabación con voz infantil que lee los textos. Además, están decorados con ilustraciones que sirven como refuerzo al contenido textual.

La estructuración de la información en el material didáctico se la ha realizado en diapositivas. A continuación, se desglosa la información con conceptos, datos, procedimientos, ejercicios que refuerzan los conceptos planteados y finalmente se realiza una autoevaluación como se muestra en la Figura 91.

The figure displays five sequential slides from the Alcodey application:

- Slide 1: Introducción al tema** - Features the Alcodey logo and a flowchart titled 'Estructura Selectiva Simple' showing a decision diamond with 'SI' and 'NO' paths leading to 'SIEMPRE' and 'NUNCA' boxes.
- Slide 2: Planteamiento de Información** - Explains the 'Estructura Ciclo Para' with bullet points and a flowchart showing a loop from 'Inicio' to 'Fin' with a 'Proceso' box.
- Slide 3: Ejercicios** - Provides an exercise to write a multiplication program, including a flowchart and a code editor showing the implementation.
- Slide 4: Autoevaluación** - Contains a 'Simulation' button and a photo of a woman with the text 'Click the Simulation button to edit this object'.
- Slide 5: Autoevaluación** - Shows a photo of a woman and a list of activities: 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio', 'Inicio'.

Figura 91. Estructura de material didáctico (fuente: elaboración propia)

### 5.5.5. Actividades de Gamificación

La gamificación en la aplicación está planteada como una dinámica de aprendizaje en donde los niños al completar las actividades irán acumulando un porcentaje hasta sumar el 100%.

Las actividades de gamificación han sido diseñadas para que los niños puedan resolverlas de manera sistemática y secuencial, para el diseño e implementación de estas actividades se ha considerado la aplicación de colores vivos, imágenes sencillas y estéticas.

Para el desarrollo de los juegos se ha integrado la utilización del teclado, el ratón para arrastre de los elementos o el micrófono para que por medio de la voz puedan pronunciar los comandos de movimientos de los elementos de los juegos.

Además, se ha incluido al inicio de la actividad gamificada una corta descripción de cómo realizar el juego y al finalizar el juego si el estudiante gana recibirá una felicitación.

Con la finalidad de mantener la comunicación entre el niño y el Compañero de Aprendizaje en el chat de las actividades se le preguntará el estado emocional con el que se inicia el juego y al finalizar de igual manera se le preguntará cómo se siente.

A continuación, en la Figura 92 se muestra un ejemplo de la actividad gamificada del lobo, oveja y col.



Figura 92. Ejemplo de la actividad lógica gamificada – Lobo, oveja y col (fuente: elaboración propia)

### 5.5.6. Actividad gamificada – recetas.

Para la elaboración de la interfaz de las recetas se consideró 4 áreas (ver Figura 93):

- El área de la cocina.
- El área del chat de comunicación.
- El área de ingredientes.
- El área de pasos o instrucciones para elaborar la receta.

En la actividad de la receta al igual que en las otras pantallas se cuenta con el chat de comunicación donde siempre se le preguntará al iniciar y al finalizar el estado emocional del niño.

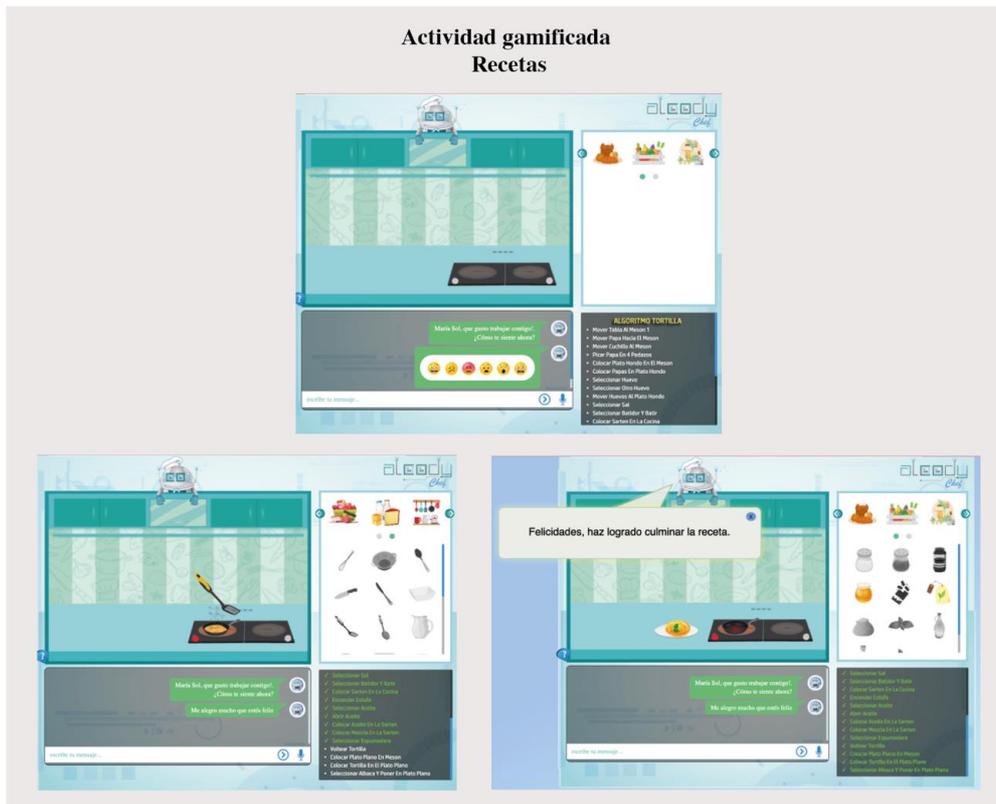


Figura 93. Ejemplo de la actividad receta – Tortilla (fuente: elaboración propia)

Como se observó en el apartado 4.5.3.3. con el cumplimiento de las actividades los niños podrán visualizar en el medallero de su avance (ver Figura 94).

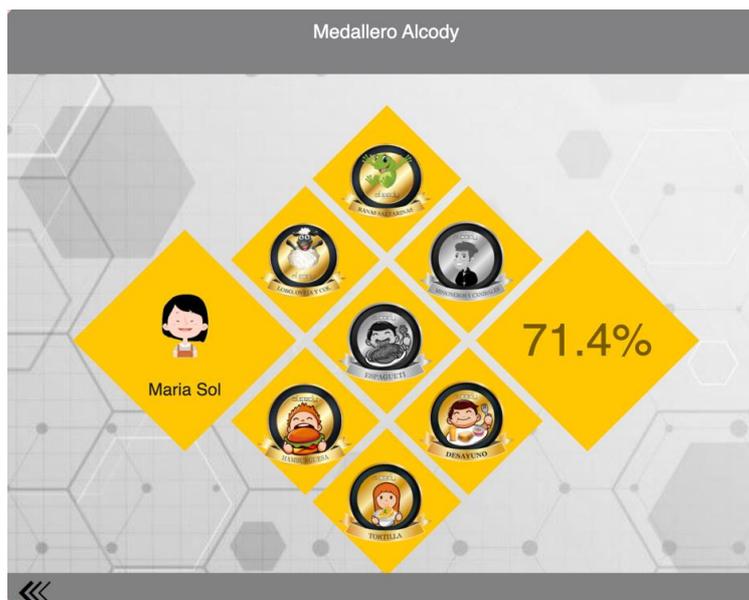


Figura 94. Medallero – Alcody (fuente: elaboración propia)

### 5.5.7. Actividad de mindfulness

Con la finalidad de promover la concentración y atención plena se ha integrado en el sistema interactivo educativo un audio de dos minutos. Cabe señalar que para esta actividad el docente podrá incluir un audio, video o textos, dependiendo de la experiencia que se quiere trabajar con los niños (ver Figura 95).



Figura 95. Imagen de audio (fuente: elaboración propia)

### 5.5.8. Comunicación emocional

Como se vio en el apartado 4.5.4, se describe de manera práctica la aplicación del algoritmo **Alcodyemorec** desde la comunicación inicial hasta la emoción del mensaje de recomendación (ver Figura 96):

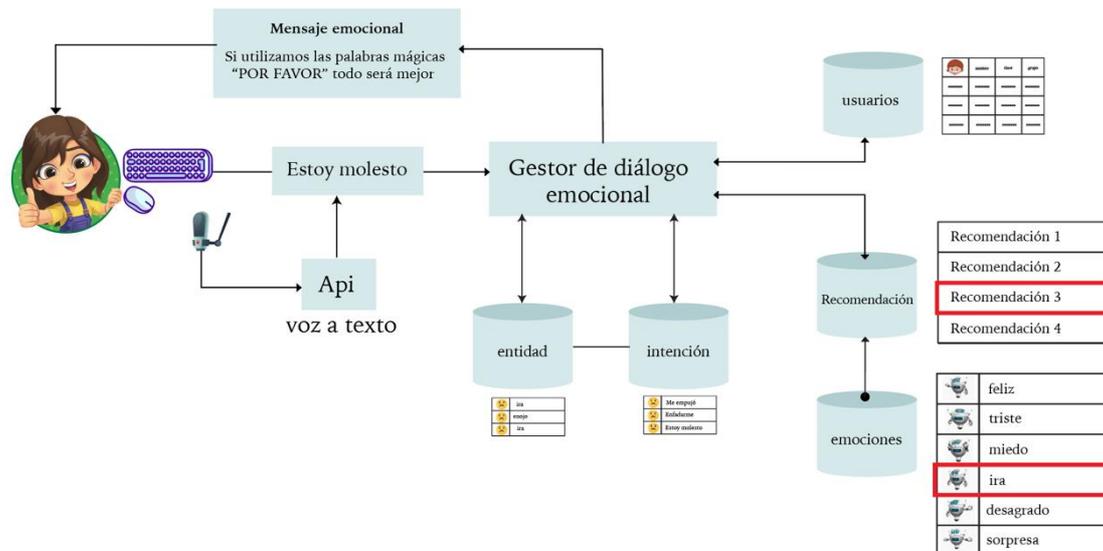


Figura 96. Descripción práctica de algoritmo Alcodyemorec (fuente: elaboración propia)

En el sistema interactivo educativo se podrá identificar el estado de ánimo del usuario al iniciar las actividades o cuestionarios en virtud de que se encuentra incluido el chat comunicacional con el Compañero de Aprendizaje.

En el chat se le solicita al usuario que seleccione de la **escala de emociones** (felicidad, desagrado, enojo, miedo, sorpresa, tristeza) la emoción más adecuada con su estado de ánimo actual (ver Figura 97).

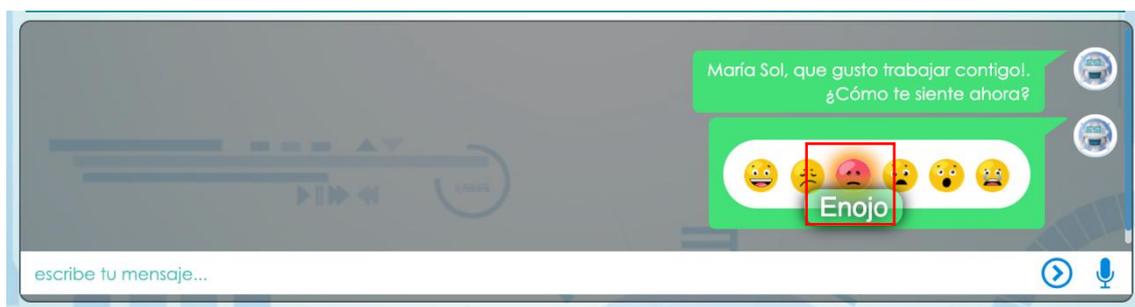


Figura 97. Escala de sentimientos (fuente: elaboración propia)

Este estado se registra en la base de datos del sistema, de manera similar se le consulta el estado de ánimo al finalizar la actividad o cuestionario.

Más adelante esta información permitirá identificar el comportamiento de su estado de ánimo durante el uso Alcody y su correlación con los resultados obtenidos en el desarrollo de la actividad o cuestionario.

Las seis emociones se encuentran relacionadas con **recomendaciones** a través de mensajes positivos y que son invocados por frases que el usuario ingresa en el chat,

mostrando así la intención del estado de ánimo en particular. A lo cual el Compañero de Aprendizaje Alcody responde con una frase motivadora a manera de recomendación (ver Figura 98).

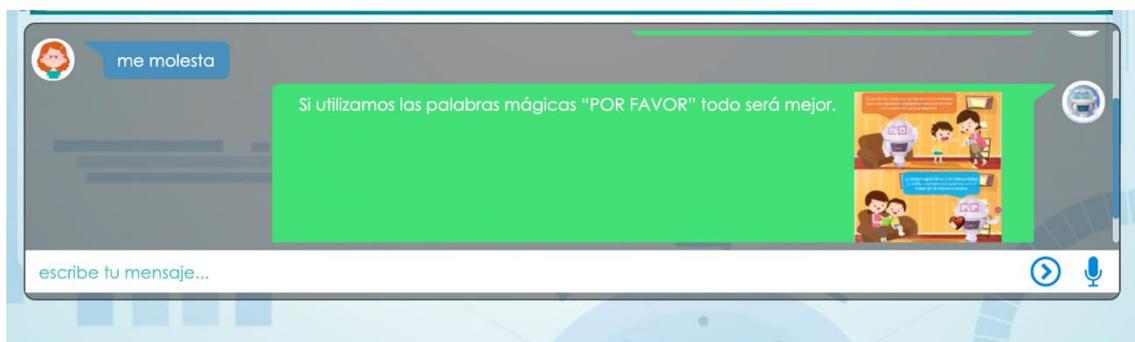


Figura 98. Pantalla de recomendaciones (fuente: elaboración propia)

En función de lo revisado en el apartado 4.5.4 se ha desarrollado frases con imágenes en diferentes áreas (escuela, casa, familia, etc) ante las posibles expresiones verbales a utilizarse por los niños.

Al dar clic en la imagen miniatura que acompaña cada una de las recomendaciones se lanza una ventana emergente con la **imagen de la recomendación** permitiéndole una adecuada visualización al usuario (ver Figura 99).

Además, cada uno de estos mensajes pretende ayudar a los niños para que alcance un estado de ánimo óptimo para aprender a programar.

Como se pudo observar en el apartado 4.5.4 en esta fase cuando existen casos de que el niño dice alguna palabra que no se reconoce por parte de Alcody, ya que no está en la base de datos, entonces se ingresa la palabra y esta se relaciona con la emoción y el mensaje como se muestra en la Figura 100 para que pueda usarla en una próxima interacción con el sistema.

En la Figura 101 se puede observar que la frase ingresada por el niño “me enfada” no se encontraba dentro de los registros de intenciones del sistema interactivo de aprendizaje.

Por ello, el compañero le sugiere “retornar a la actividad”, pero una vez que esta frase es ingresada en los registros de intenciones esta se relaciona con el mensaje positivo correspondiente y se muestra en el chat.



Figura 99. Imagen ejemplo de recomendaciones (fuente: elaboración propia)

Asignar Mensajes.					
Id_log	Frase	Repeticiones	Intencion	Acción	
87	ME ENFADA	1	me molesta	<a href="#">Eliminar</a>	<a href="#">Modificar</a>
45	SUBIR LOBO	2	Null	<a href="#">Eliminar</a>	<a href="#">Modificar</a>

Figura 100. Asignar mensajes (fuente: elaboración propia)

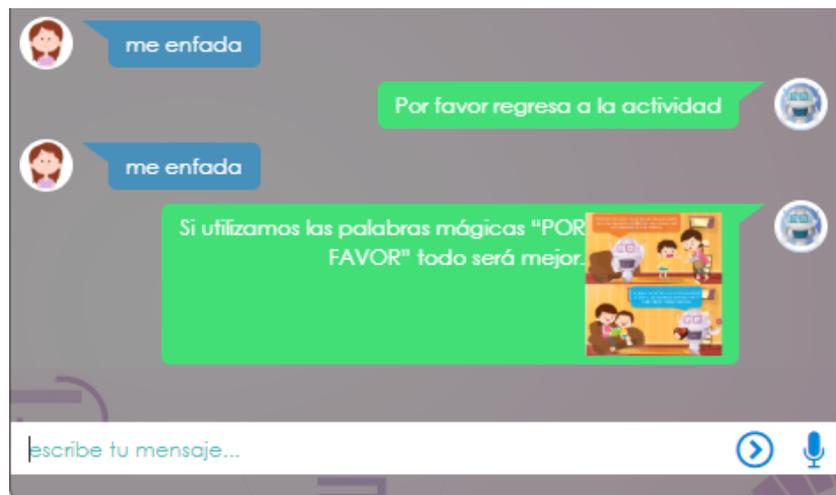


Figura 101. Chat mensajes actualizados (fuente: elaboración propia)

A continuación, se detalla las expresiones verbales que los niños podrán utilizar para la comunicación emocional con el Compañero de Aprendizaje para ello se han tomado ciertas expresiones del apartado 4.5.4 de las tablas: (ver Tabla 7), (ver Tabla 8), (ver Tabla 9), (ver Tabla 10), (ver Tabla 11), (ver Tabla 12).

Ademas, se muestra las imágenes que le aparecerán al niño, estas se han elaborado de igual manera en relación con las áreas donde se desarrollan las actividades de los niños (escuela, hogar, familia, tareas, etc):

Si el niño está **FELIZ** podrá utilizar las siguientes expresiones verbales que se relacionan con la emoción, una vez que la expresión es identificada en la base de datos se mostrarán una recomendación acompañada con una imagen (ver Figura 102).

- Quiero divertirme,
- Me gusta la escuela,
- Me gusta el recreo,
- Qué feliz soy,
- Alma de la fiesta,
- Me gusta jugar en el campo,
- Amo la naturaleza,
- Me gusta jugar,
- Quiero jugar,
- Me gusta salir a jugar.





Figura 102. Mensajes relacionados con felicidad (fuente: Morales et al., 2020)

Si el niño siente **ASCO/DESAGRADO** podrá utilizar las siguientes expresiones verbales que describen la emoción, una vez que la expresión es identificada en la base de datos se mostrarán una recomendación acompañada con una imagen (ver Figura 103)

- Asco,
- Desagrado,
- Desagradable,
- Aula fea,
- Casa fea,
- Tengo deberes complicados,
- Deberes difíciles,
- Deberes feos,
- Tarea horrible,
- No me gustan los animales.

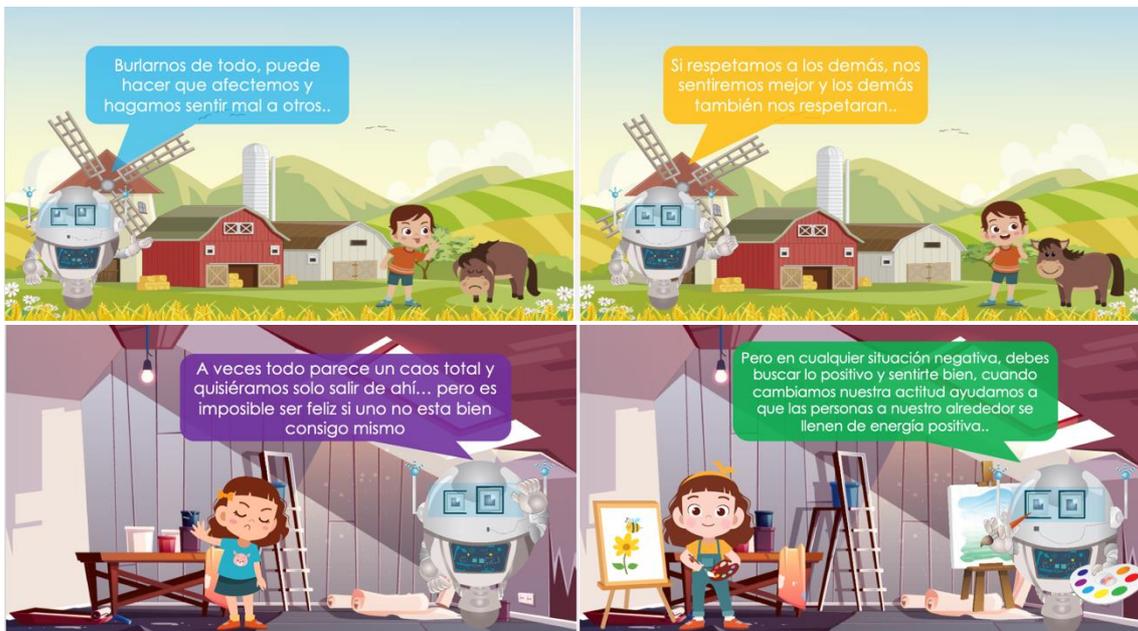




Figura 103. Mensajes relacionados con asco / desagrado (fuente: elaboración propia)

Si el niño siente **IRA/ENOJO**, podrá utilizar las siguientes expresiones verbales que describen la emoción, una vez que la expresión es identificada en la base de datos se mostrarán una recomendación acompañada con una imagen (ver Figura 104).

- Me empujó.
- Me golpeó.
- Me hicieron caer.
- Lo golpeó.
- Enfadarme.
- Enojado.
- Estoy molesto.
- Estoy molesta.
- Mi perro es malcriado.

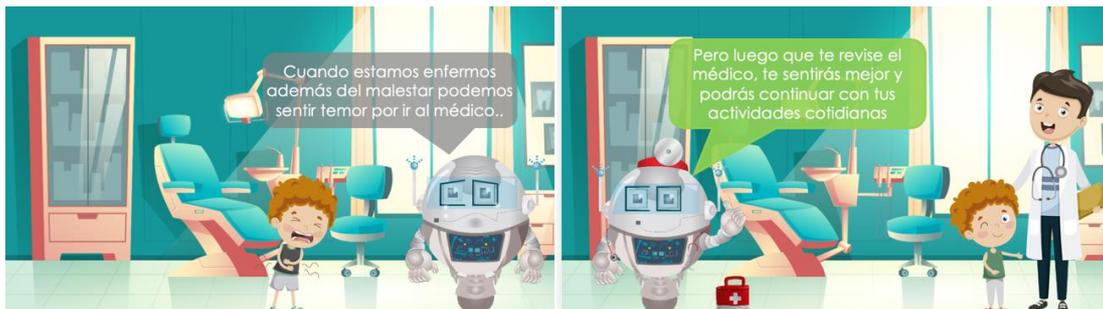




Figura 104. Mensajes relacionados con ira/enojo (fuente: elaboración propia)

Si el niño siente **MIEDO** o **TEMOR** podrá utilizar las siguientes expresiones verbales que describen la emoción, una vez que la expresión es identificada en la base de datos se mostrarán una recomendación acompañada con una imagen (ver Figura 105).

- Estoy enfermo,
- Tengo miedo a los doctores,
- No quiero ir al doctor,
- Pesadillas,
- Soñé feo,
- No pude dormir,
- Me asusto en la noche,
- Un monstruo,
- Hoy me fue mal,
- Mal día,
- Se sintió mal,
- Un día cansado,
- No tengo con quien jugar,
- No juegan conmigo,
- No me gusta el recreo.



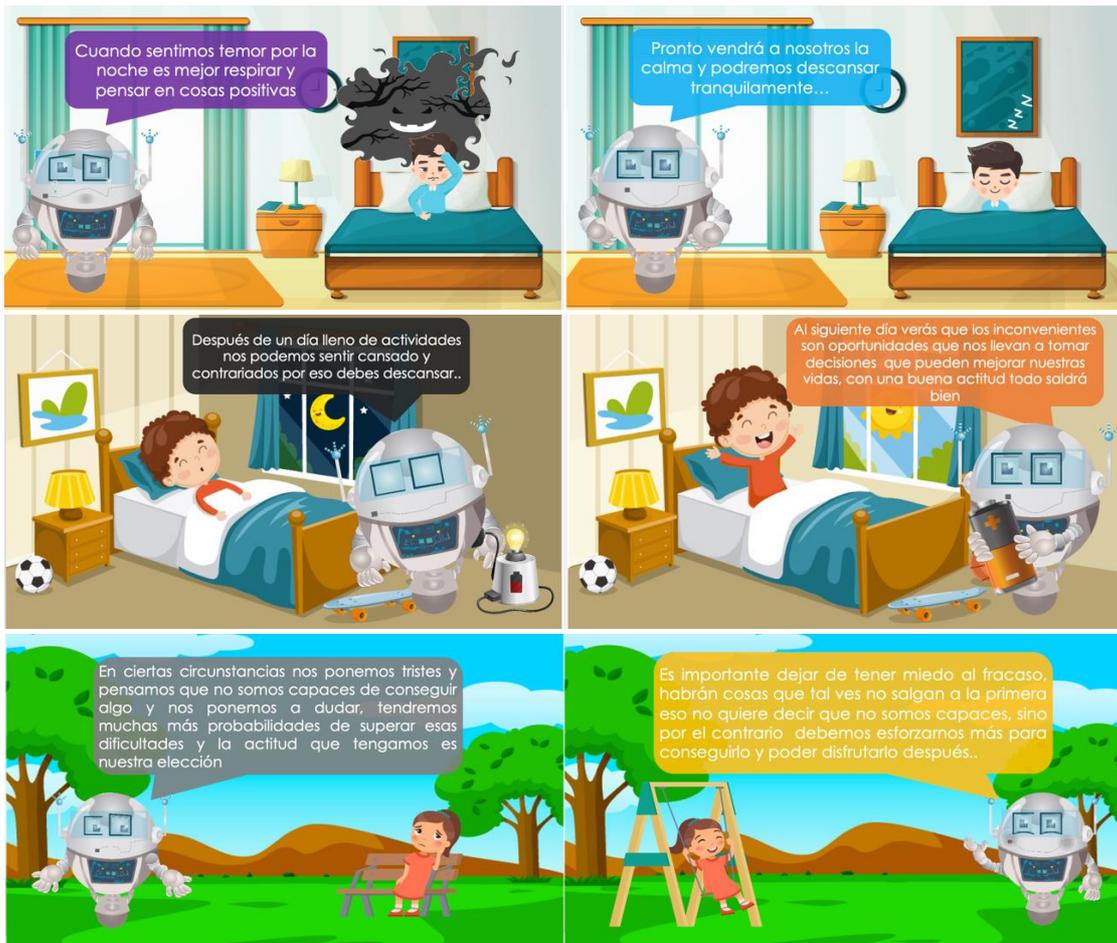


Figura 105. Mensajes relacionados con miedo/temor (fuente: elaboración propia)

Si el niño siente **SORPRESA** podrá utilizar las siguientes expresiones verbales que describen la emoción, una vez que la expresión es identificada en la base de datos se mostrarán una recomendación acompañada con una imagen (ver Figura 106).

- Se me cayó.
- Me mintio.
- Me van a hablar.
- Montón de tareas.
- Mil tareas.



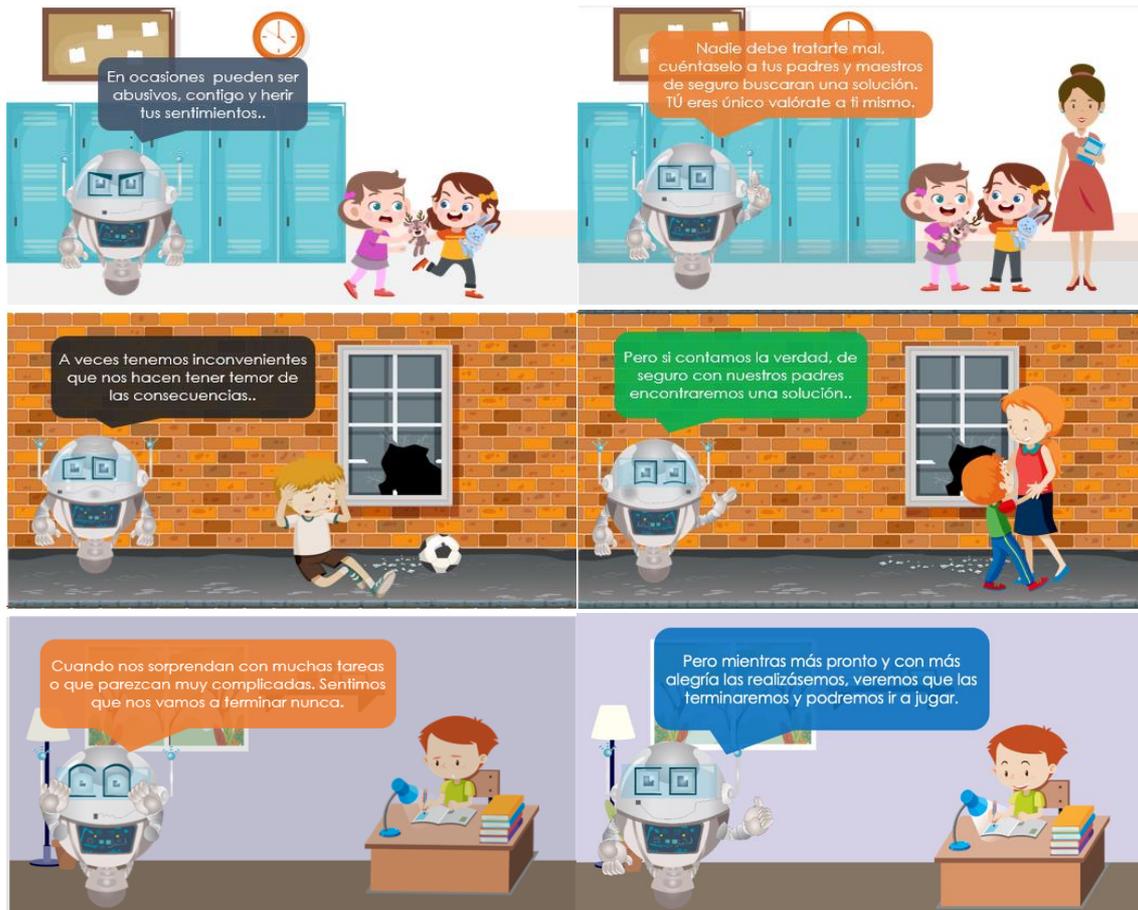


Figura 106. Mensajes relacionados con sorpresa (fuente: elaboración propia)

Si el niño está **TRISTE** podrá utilizar las siguientes expresiones verbales que describen la emoción, una vez que la expresión es identificada en la base de datos se mostrarán una recomendación acompañada con una imagen (ver Figura 107).

- Lo quiero ahora.
- Quiero llorar.
- Me siento muy mal.
- No tengo.
- Estoy cansado.
- No me quiere.
- No le importo.
- Ya no avanzo.
- Mala nota.
- Saqué cero.



Figura 107. Mensajes relacionados con tristeza (fuente: elaboración propia)

Por la época de la pandemia por COVID-19 y dada la modalidad en la que se trabajó se implementaron mensajes para el acompañamiento emocional. Si el niño quiere hablar de COVID-19 puede decir también las siguientes frases y aparecerá las siguientes imágenes, (ver Figuras 108-114).

- murió,
- muerte,
- hospital,
- tiene Covid,
- respirador,
- terapia intensiva,
- esta en coma
- miedo al coronavirus,
- hay muchos contagiados

- extraño a mis amigos,
- puedo salir a jugar
- confinamiento,
- cuarentena,
- aislado,
- aislamiento
- trabaja en línea,
- trabaja por Internet,
- trabaja en la computadora,
- trabaja mucho
- no sé qué hacer,
- que puedo hacer en casa
- mi papa es policía,
- mi papa es militar,
- mi papa es bombero,
- mi papa es agricultor,
- mi papa es enfermero
- clases por zoom,
- clases por Internet
- lo despidieron del trabajo,
- no tiene trabajo



Figura 108. Recomendaciones para prevenir COVID (fuente: Ocaña et al., 2020)



Figura 109. Recomendaciones trabajo en línea (fuente: elaboración propia)



Figura 110. Recomendaciones COVID-19, familiares enfermos (fuente: elaboración propia)



Figura 111. Recomendaciones prevención COVID-19 (fuente: elaboración propia)



Figura 112. Recomendaciones tiempo en casa, confinamiento (fuente: elaboración propia)



Figura 113. Recomendaciones familiares trabajando en primera línea en pandemia (fuente: elaboración propia)



Figura 114. Recomendaciones tiempos mejores post-pandemia (fuente: elaboración propia)

## 5.6. Fase 6 - Experiencia

Como parte de la experiencia se han establecido varias pruebas de la funcionalidad las mismas que se han realizado en una escuela pública de España y en una escuela de Ecuador. La Tabla 17 (Primera experiencia) recoge los datos más significativos del primer experimento en España y la Tabla 18 (Segundo experimento) recoge los datos del primer experimento en Ecuador y la Tabla 22 (Tercera experiencia) recoge los datos más significativos del experimento en Ecuador.

### Primera experiencia

<b>País</b>	España	<b>Edad</b>	8 – 10 años
<b>curso</b>	2017/2018		
<b>Descripción del experimento</b>	Presentación a 66 niños (octubre – noviembre) de la primera propuesta del Compañero de Aprendizaje basado en el criterio de los docentes (junio y julio) y en el criterio del experto en psicología (agosto) para el codiseño del Compañero de Aprendizaje.		
<b>Experiencia</b>	La fase 1 comenzó en el curso 2016/2017, en el que empezaron las reuniones tanto con los profesores de Primaria como con un psicólogo para el diseño de Alcody. Además, siguiendo con la fase 2, 66 estudiantes de 8-10 años participaron en el diseño (codiseño) de la primera interfaz del sistema, que siguió mejorando y revisándose durante la fase 3 de rediseño en el curso 2017/2018. Posteriormente, en el curso 2018/2019, se incorporaron las emociones básicas de Ekman y 22 recomendaciones según la fase 4 de adaptación emocional para el chat y la animación gestual y facial de Alcody.		

Tabla 17. Resumen de la experiencia en España (fuente: Morales et al., 2017)

La experiencia realizada en España fue el punto de partida para el diseño y rediseño del Alcody si embargo no se pudo continuar la experiencia porque las autoridades del colegio no dieron permiso. Por lo cual se gestionó en una unidad educativa en Ecuador durante el curso 2019/2020 obteniendo el permiso correspondiente.

### Segunda Experiencia

<b>País</b>	Ecuador	<b>Edad</b>	10 – 12 años
<b>curso</b>	2019/2020		
<b>Descripción del experimento</b>	137 niños entre 10 y 12 años utilizaron por tres meses, divididos en 4 grupos quienes usaban varias opciones al Compañero de Aprendizaje, para escribir sus programas en pseudocódigo y obtener una retroalimentación inmediata, se trabajó con tres factores de ejecución, personalización y emoción		
<b>Experiencia</b>	En esta práctica se validará la personalización de la interfaz donde los niños pueden elegir las características del Compañero de		

	<p>Aprendizaje personalizando el nombre, la imagen, el color de la plataforma pudiendo hacerlo entre 16 colores.</p> <p>Se valida también el chat comunicacional con la emisión de los mensajes basados en las seis emociones felicidad, desagrado, ira, miedo, sorpresa y tristeza, el sistema interactivo educativo interpreta los mensajes introducidos en el chat y responde con mensajes acordes a la emoción.</p> <p>Además, se validará la incidencia que tiene los diferentes factores de la aplicación, personalización, emociones y ejecución en el proceso de aprendizaje de programación.</p>
--	---

Tabla 18. Resumen de la experiencia en Ecuador (fuente: Morales et al., 2020)

La Tabla 19 muestra la distribución al azar de los estudiantes en grupos a los que se tuvo acceso, con una distribución del 50% de niños y niñas.

Grupo	Ejecución	Personalización	Emociones
A	sí	sí	no
B	sí	sí	sí
C	no	no	no
D	sí	no	no

Tabla 19. Grupos para la experiencia (fuente: Morales et al., 2020)

No fue posible tener grupos para todas las combinaciones posibles de los factores de ejecución, personalización y emoción. Clasificaron de la siguiente manera, el **grupo B** tiene los tres factores, el **grupo C** ninguno de los factores, y en los otros grupos se eliminaron algunas características importantes como las emociones o la personalización para poder investigar su impacto en la enseñanza de la programación.

La experiencia fue desarrollada durante los tres meses con los grupos (A, B, C, D) utilizando Alcodey.

Cada niño en la clase utilizaba un ordenador por una hora y estaba conectado a una versión de Alcodey de acuerdo al factor previamente asignado.

La primera semana, todos los estudiantes tomaron el mismo pre-test con dos preguntas enfocadas a la introducción de conceptos básicos de programación en función de lo que iban a ser enseñados: programa, secuencia, variable, memoria, entrada y salida. Las preguntas de la prueba fueron las siguientes:

**Q1.** Escriba un programa para mostrar "Hola" en la pantalla (programa, secuencia, conceptos de salida).

**Q2.** Escribe un programa para mostrar el nombre que escribe en la pantalla (programa, secuencia, memoria, variable, conceptos de entrada).

La última semana todos los estudiantes tomaron el mismo examen con las mismas preguntas. Finalmente, se pidió a todos los estudiantes que completaran un cuestionario de satisfacción. Se han registrado dos métricas: puntuaciones del pre-test y post-test (cuantitativo) y satisfacción (cualitativo).

Para el análisis de las puntuaciones del pre-test, la primera dimensión mide la posible mejora de las puntuaciones de cada individuo entre pre y post-test en función de la configuración de opciones de Alcodey utilizadas. Se trata de un estudio intra-sujetos en el que se cuantificará cualquier posible mejora.

La muestra diagramas de cajas para los cuatro grupos en las pre-test y post-test. En el pre-test, se pueden observar varios valores atípicos altos para tres de los cuatro grupos (ver Figura 115).

La mayor dispersión en las puntuaciones de los estudiantes se encuentra en el **grupo C**, aunque esta dispersión es pequeña en todos los grupos, situándose en un rango de 0,40 y 1,99 (ver Tabla 20). En el post-test se observa una mayor dispersión de los datos (entre 1,40 y 2,03), pero, en general, se muestran resultados mucho mejores en la puntuación. Además, la Tabla 20 muestra que, en media, existe una diferencia de más de seis puntos entre el pre y post-test.

Se utiliza la prueba t de muestras pareadas para los datos. En la Tabla 20 se muestra una comparación entre el pre-test y post-test. Hay diferencias significativas para todos los grupos ( $p < 0,001$ ).

La principal conclusión es que todos los participantes mejoraron significativamente desde el pre-test hasta el post-test. El tamaño de esta mejora significativa se mide utilizando el valor del estadístico d de Cohen. Todos los valores indican un efecto enorme: mayor valor para el grupo B que corresponde a Alcodey con emociones y recomendaciones ( $d = 7,08$ ), menor para el grupo C que no tenía ni emociones ni recomendaciones ( $d = 2,92$ ) e intermedio para el grupo A ( $d = 6,35$ ) y el grupo D ( $d = 4,63$ ).

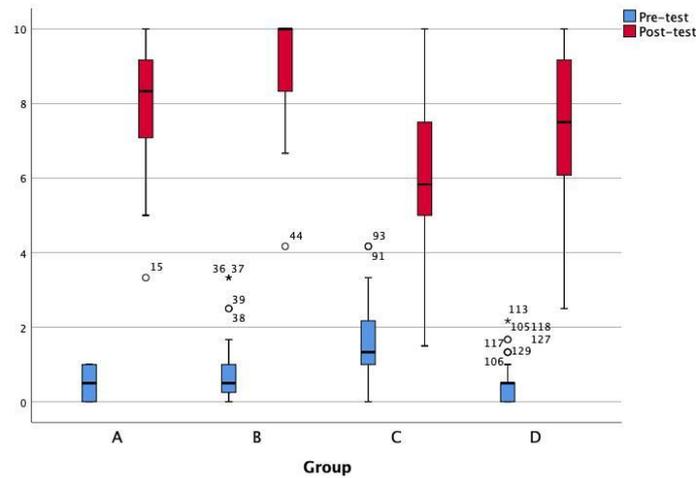


Figura 115. Diagramas de cajas para grupos en pre y post-test (fuente: Morales et al., 2020)

Grupos	TEST	N	$\bar{X}$	sd	t test	gl	p-valor
Grupo A	PRE	32	0.53	0.40	T=25.142	31	< 0.001
	POST	32	7.78	1.59			
Grupo B	PRE	36	0.83	0.89	T=29.250	35	< 0.001
	POST	36	9.02	1.40			
Grupo C	PRE	34	1.62	0.90	T=11.507	33	< 0.001
	POST	34	6.07	1.99			
Grupo D	PRE	35	0.52	0.59	T=19.432	34	< 0.001
	POST	35	7.31	2.03			

Tabla 20. t-test: test comparativos pre-post test por grupos fuente: Morales et al., 2020)

La segunda dimensión del estudio es conocer si la variación diferente de Alcody utilizada influye en una puntuación diferente en el post-test. Éste es un estudio inter-sujetos y la siguiente pregunta será responder:

¿Existen diferencias en la puntuación del post-test según la configuración de Alcody utilizada?

Después de verificar todos los supuestos necesarios, se utiliza el análisis de covarianza (ANCOVA de una vía). Las puntuaciones posteriores a la prueba se seleccionan como variable dependiente, la configuración de Alcody se utiliza como factor y las puntuaciones previas a los tests como variable covariable.

En este modelo, la variable covariable no resulta significativa ( $p = 0,923$ ), por lo que se realiza un ANOVA de una vía. La Tabla 21 muestra que la variación de Alcody utilizada (es decir, variable de grupo) es estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ).

	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Intersección	779.85	1	7795.86	2474.48	< 0.001
Grupo	156.44	3	52.15	16.55	< 0.001
Error	419.01	133	3.15		
Total	8420.18	137			

Tabla 21. Anova unidireccional fuente: Morales et al., 2020)

Se utiliza un análisis post-hoc para obtener más información sobre estas diferencias. Así, la prueba HSD de Tukey compara cada método de intervención con cualquier otra intervención dos veces, esto es, dos a dos, resultando diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre todos los pares de grupos excepto entre los grupos A y D.

Para el análisis del nivel de satisfacción de las respuestas de los niños y los cuestionarios se ha podido realizar un análisis cualitativo de los niveles de satisfacción de los grupos.

Es importante resaltar que los niños que trabajaron con Alcodey con todos los factores estuvieron muy motivados durante toda la experiencia. Algunos de sus comentarios sobre el factor de emoción fueron:

- “Es interesante porque es como si pudieras hablar con él y no estás solo para programar”.
- “Es importante que Alcodey reaccione a los sentimientos porque la gente tiene corazón. No tienen corazón de piedra, tienen sentimientos”.
- “Alcodey se puede alegrar, aburrir o enojar”.

En cuanto a la presencia del botón de ejecutar en Alcodey (factor de ejecución), algunos comentarios de los niños fueron:

- “si no lo tuviera no sabría qué hacer”.

Por otro lado, algunos comentarios de los niños que trabajaron con Alcodey con los factores de personalización y ejecución (sin detección automática de emociones) fueron los siguientes:

- “Es muy útil para nosotros. Es muy interesante. Tiene buenas actividades”.
- “Pero no podría tener otra cara porque es muy serio”.
- “Lo que queríamos es que Alcodey expresara nuestros sentimientos”.
- “Alcodey siempre está con la misma cara así que es como él. No quiero hablar conmigo”.

Finalmente, los niños que trabajaron con el factor ejecución (sin personalización y manejo automático de emociones) no mostraron mucho interés en la aplicación en cuanto a los cuestionarios de programación.

Algunos comentarios aportados por esos niños fueron los siguientes:

- "Para mí Alcodey es una forma de mejorar mi programación".
- "Nos ayuda a mejorar nuestro aprendizaje con actividades".

De igual manera se puede concluir del análisis de los cuestionarios que los grupos que trabajaron con los factores de ejecución, personalización y emociones versus los que trabajaron sin ellos estaban más motivados y dispuestos a saber más sobre Alcodey.

Además, mostraron mayores deseos de seguir aprendiendo a programar con Alcodey a diferencia del resto de niños que mostraron menos interés por el sistema interactivo de aprendizaje, aunque podrían estar interesados en mejorar su programación.

Tercera Experiencia			
País	Ecuador	edad	10 – 12 años
curso	2019/2020		
Descripción del experimento	Experimento con 137 estudiantes de 10-12 años durante el curso 2019/2020 que inició en el mes de septiembre con un pre-test y con las clases de programación. Se detuvo en febrero por inicio de la pandemia COVID 19 y se continuó trabajando en la época del confinamiento en los meses de marzo a agosto 2020 en modalidad online. Se ha medido el nivel de aprendizaje y el grado de satisfacción ante las recomendaciones emocionales recibidas por el sistema, además se ha incluido la utilización de mindfulness al inicio de cada clase.		
Experiencia	<p><b>Primera etapa:</b> En la primera parte de la experiencia se buscó determinar si los estudiantes incrementaron sus notas, el nivel de satisfacción, en relación con el aprendizaje de programación en temas de pseudocódigo, entrada y salida y condicionales, las fechas que se trabajaron son:  <b>Septiembre – octubre 2019</b> para la aplicación de un pre-test sobre conceptos de programación, pseudocódigo y secuencias.  <b>Noviembre a diciembre 2019</b>, se trabajaron actividades de programación, secuencias, variables, recetas y actividades de refuerzo.  <b>Enero - febrero 2020</b> se trabajaron actividades de programación, secuencia, variables, ejercicios de entrada y salida, actividades de refuerzo y recetas.  <b>Marzo – mayo 2020</b> se trabajaron ejercicios de programación, secuencias, memoria, ejercicios de entrada y salida y condicionales</p>		
	<p><b>Segunda etapa:</b> En la segunda parte de la experiencia se evalúa el impacto del sistema de gestión emocional por medio de la aplicación de mindfulness al inicio de la clase y posterior a ello los niños pudieron continuar con las clases de programación de bucles en línea. El grupo de niños se dividió en dos, el grupo control con 68 estudiantes y el grupo test con 69. La actividad se realizó en los meses de junio – agosto 2020.  <b>Junio 2020</b> pre-test sobre bucles.  <b>Agosto 2020</b> post-test sobre bucles.</p>		

Tabla 22. Resumen tercera experiencia (fuente: Ocaña et al., 2020; Morales et al., 2021)

## Descripción de la muestra

Los 137 estudiantes de entre 10 y 12 años con los que se ha venido trabajando con conocimientos previos de programación de Scratch en su transición al aprendizaje de la programación de arrastre de bloques a la programación textual durante los meses de septiembre 2019 a agosto 2020.

## Primera etapa de la experiencia

Para la primera etapa todos los estudiantes se les aplicó un pre y post test, los 137 estudiantes utilizaron Alcodey puesto que el centro no autorizó que hubiera un grupo control en el que no se usarán todas las funcionalidades. Todos los estudiantes debían usar el mismo Alcodey.

El progreso del conocimiento de programación de los estudiantes se midió pidiendo a todos los estudiantes que completaran un pre-test a principios de septiembre de 2019 antes de usar Alcodey, un primer post-test justo antes del cierre en marzo de 2020 y un segundo post-test entre junio y agosto de 2020 durante el confinamiento.

El plan de estudios de Alcodey cubre conocimientos sobre programación, secuenciación, memoria, variables, entradas, salidas y conceptos de condición. El objetivo es enseñar a los estudiantes su significado en la programación y desarrollar sus habilidades para escribir programas usando esos conceptos y sus instrucciones en pseudocódigo.

Todas las pruebas utilizan las siguientes preguntas enfocadas a evaluar las habilidades de programación de los estudiantes utilizando los conceptos cubiertos en Alcodey:

Q1. Escriba un programa para mostrar "Hola" en la pantalla. (**programa, secuencia, conceptos de salida**).

Q2. Escribe un programa para sumar dos números. (**programa, secuencia, memoria, variable, entrada, conceptos de salida**).

Q3. Escriba un programa que calcule el perímetro de un cuadrado a partir del valor ingresado por el usuario de un lado (**programa, secuencia, memoria, variable, entrada, conceptos de salida**).

El pre-test (septiembre 2019) y el segundo post-test (junio 2020) también incluyeron una pregunta centrada en evaluar el uso de condiciones (se excluyó del post-test de febrero de 2020 porque aún no se había enseñado el concepto de condición):

Q4. Escribe un programa que muestre el número más alto de dos números dados (**programa, secuencia, memoria, variable, entrada, salida, conceptos condicionales**).

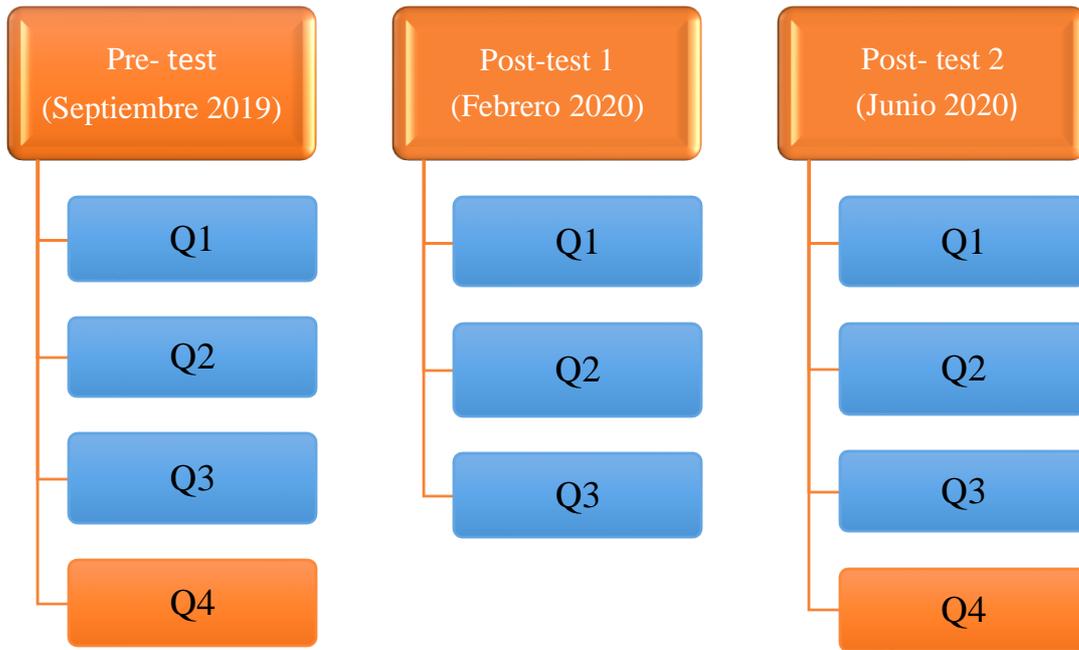


Figura 116. Organización de aplicación de pre-test y post-test (fuente: Ocaña et al., 2020)

Se estudió las posibles mejoras en las puntuaciones de cada individuo entre el pre-test, y el primer post-test antes de la pandemia de COVID-19 y el segundo post-test durante la pandemia de COVID-19 y, en caso necesario, cuantificada.

Dado el número de preguntas en las pruebas, ver Figura 116, se han realizado dos análisis. El primero compara las puntuaciones de entrada y salida con las respuestas de Q1, Q2, Q3. El segundo compara las puntuaciones de la condición con las respuestas de la Q4.

La Figura 117 muestra diagramas de caja en los pre-test y post-test para las preguntas de entrada / salida (Q1, Q2, Q3). Los círculos pequeños con un número representan datos atípicos.

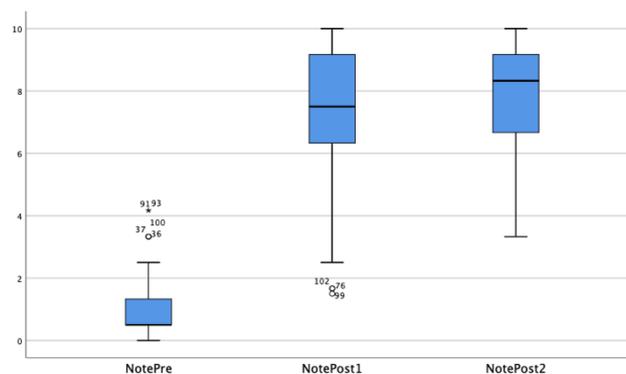


Figura 117. Diagramas de caja pre-test y post-test para todos los conceptos (fuente: Ocaña et al., 2020)

La Tabla 23 muestra valores medios y medianos (más representativos que la media en distribuciones asimétricas, como en este caso) y desviaciones estándar.

El valor de la mediana antes de la prueba fue de 0,50, con una dispersión de datos de 0,85.

El primer post-test mostró una mayor dispersión de datos (2,05) pero, en general, muestra resultados mucho mejores, con la mediana en 7,50.

En el segundo post-test, la mediana aumenta a 8,33 pero con una dispersión de datos de 1,47, las puntuaciones están más concentradas.

TEST	N	$\bar{X}$	Med	SD
Pre-test	137	0.88	0.50	0.85
Primer Post-test (Pre-Covid-19)	137	7.56	7.50	2.05
Segundo Post- test (Durante Covid- 19)	137	8.01	8.33	1.47

Tabla 23. Análisis descriptivo de la muestra (fuente: Ocaña et al., 2020)

La Tabla 24 muestra los resultados de un ANOVA de una vía, donde la variable dependiente es la puntuación en las pruebas. Diferentes épocas (septiembre, febrero y junio) son los niveles del factor considerado.

	Suma de cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4368.43	2	2184.22	917.01	0.00
Dentro de grupos	971.81	408	2.39		
Total	5340.24	410			

Tabla 24. Anova unidireccional (fuente: Ocaña et al., 2020)

Como se evidencia, existen diferencias significativas en las puntuaciones entre los diferentes niveles para los conceptos de entrada / salida.

Se utiliza un análisis post-hoc para obtener más información sobre estas diferencias. Las pruebas HSD de Tukey comparan cada puntuación de la prueba en un momento determinado con cada otra puntuación dos veces, y muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre todos los pares.

Para el segundo análisis, para comparar las puntuaciones del concepto de condición, se lleva a cabo una prueba t- Student entre las puntuaciones pre-test (septiembre 2019) y las segundas puntuaciones post-test (junio de 2020) para ver si hubo un resultado significativo. Mejora también en estas notas, teniendo en cuenta que las condiciones son un concepto que solo se ha explicado en línea durante el confinamiento. La Figura 118 muestra diagramas de caja de las puntuaciones. La Tabla 25 muestra un análisis descriptivo de estos datos.

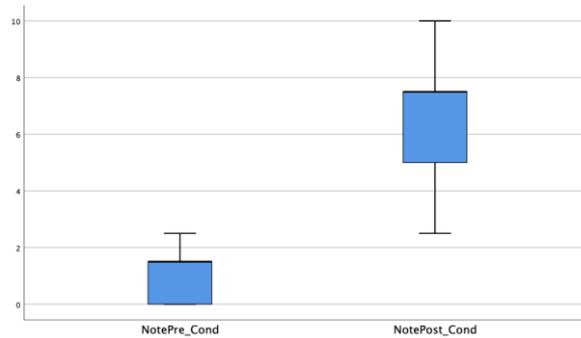


Figura 118. Los diagramas de caja en el pre-test y post-test para el concepto de condición solo se enseñan en línea durante el confinamiento (fuente: Ocaña et al., 2020)

TEST	N	$\bar{x}$	Med	sd
Pre	137	0.98	1.50	0.90
POST	137	6.97	7.5	1.92

Tabla 25. Análisis descriptivo de la muestra para el concepto de condición (enseñado durante el confinamiento) (fuente: Ocaña et al., 2020)

La Tabla 26 demuestra el aumento significativo en las puntuaciones incluso con este concepto que solo se enseñó durante el encierro, con  $p < 0.001$ . Este aumento se cuantifica utilizando la  $d$  de Cohen. Hay un efecto enorme ( $d = 4.01$ ) con un porcentaje de cambio del 86%.

t-test	gl	p-valor
30.093	136	$< 0.001$

Tabla 26. Resultados de la prueba t-student entre el pre-test y post-test (fuente: Ocaña et al., 2020)

Estos resultados responden a la RQ1: ¿Los estudiantes (de entre 10 y 12 años) aumentan sus puntuaciones de aprendizaje en un pre-test/post-test usando Alcody antes y durante la pandemia de COVID-19? Para el concepto de entrada / salida (Q1, Q2, Q3), los participantes mejoraron significativamente desde el pre-test hasta el primer post-test (antes de COVID-19) y el segundo post-test (durante COVID-19).

Además, las puntuaciones en el segundo post-test mostraron una mejora significativa con respecto al primer pre-test. Para el concepto de condición (Q4), los participantes también mejoraron significativamente desde el primer pre-test al segundo post-test (durante COVID-19) con un efecto enorme y un porcentaje de cambio del **86%**.

En resumen, los 137 estudiantes de entre 10 y 12 años que usaron Alcody para continuar aprendiendo programación durante diez meses (incluso durante la pandemia COVID-19), pudieron aumentar significativamente sus puntuaciones de aprendizaje en un pre-test y post-test sobre programas de entrada/salida.

Desde ningún conocimiento en el pre-test con una puntuación media de **0,88**, hasta una puntuación media de **7,56** en el primer post-test en febrero antes del confinamiento y hasta **8,01** en el post-test en junio durante el confinamiento.

A partir del análisis de las puntuaciones del pre-test y post-test durante el confinamiento del concepto de condiciones que solo se explicó en modalidad on-line, se registró un aumento significativo en la puntuación promedio de **0,98** a **6,97**.

En cuanto a los niveles de satisfacción, se puede concluir que los estudiantes se mostraron altamente satisfechos con Alcode ya que el **95%** de los estudiantes se mostraron satisfechos antes y durante el COVID-19.

De la observación directa en clase (de septiembre de 2019 a marzo de 2020), se puede concluir que los alumnos estaban enfocados en su tarea, comprometidos, motivados y felices de tener la opción de seguir aprendiendo programación con un compañero como Alcode.

Rara vez necesitan preguntarle a su maestro sobre algo que no entendieron, pudieron solucionar sus problemas con Alcode.

### **Segunda etapa de la experiencia**

Continuando con el estudio de los 137 estudiantes y con la integración de la enseñanza de la programación y las emociones se incluyó el aprendizaje con la atención plena identificando que podría ser beneficiosa para aumentar sus niveles de aprendizaje, satisfacción y motivación. Se formularon tres preguntas de investigación cuantitativa de la siguiente manera:

RQ1. ¿Cómo puede la práctica de la atención plena en la enseñanza de la programación a los niños con un Compañero de Aprendizaje emocional afectar sus ganancias de aprendizaje?

RQ2. ¿Cómo se relaciona la práctica del mindfulness con la satisfacción que perciben los estudiantes al aprender a programar con un Compañero de Aprendizaje emocional?

RQ3. ¿Cómo se relaciona la práctica del mindfulness con la motivación que perciben los estudiantes al aprender a programar con un Compañero de Aprendizaje emocional?

Además, se formuló una cuarta pregunta de investigación más cualitativa para tener en cuenta las opiniones de los estudiantes.

RQ4. ¿Qué piensan los estudiantes sobre la práctica de la atención plena para centrarse en sus lecciones de programación?

Como parte de la experiencia realizada con los 137 estudiantes en el aprendizaje para aprender sobre secuenciación, memoria, entrada / salida y condicionales con un aumento significativo en sus puntuaciones de aprendizaje y una actitud positiva hacia el sistema.

Debido a la etapa de confinamiento por la pandemia mundial COVID-19, todos los estudiantes continuaron conectándose a las clases online desde casa usando su ordenador. Todos los niños tenían un ordenador y las habilidades digitales para usarlo además de una conexión a Internet.

Como en el experimento se venía trabajando con anterioridad, los niños y maestros trabajaron por compromiso e iniciativa propia de trabajar con Alcodey. Cabe indicar que no se les otorgaron créditos educativos o puntuaciones como recompensa. Estaban comprometidos con sus clases, ya que el uso de Alcodey estaba integrado en sus actividades lectivas.

Al ser un trabajo en línea se destaca que se cuidó de la seguridad de los niños codificando el nombre propio por medio de la asignación de una variable independiente a cualquier información personal para codificar a cada estudiante para encontrar las relaciones entre las puntuaciones, la satisfacción y los valores de motivación.

Dado que era una escuela católica, los niños estaban acostumbrados a comenzar sus lecciones con una oración y dando gracias a Dios. Por ello, se solicitó que con un grupo de estudiantes no se hiciera la oración, sino que se reproduciría la grabación de audio de mindfulness también al comienzo de las lecciones. Ningún niño conocía la atención plena o había practicado la atención plena antes del experimento.

Todo el material educativo se ubicó en el entorno educativo de Alcodey tanto para las tutorías como para los ejercicios de programación. El plan de estudios de Alcodey para este experimento se centró en el concepto de bucles. El objetivo era enseñar el significado de los bucles en la programación y desarrollar las habilidades de los estudiantes para escribir programas utilizando las instrucciones de los bucles en pseudocódigo.

El audio de mindfulness fue grabado y proporcionado por un instructor experto con los ejercicios de respiración el audio contaba con un sonido de la campana al principio y al final.

La reunión se llevaba a cabo una hora con Alcodey por semana. A los estudiantes se les permitió leer o escuchar el tutorial de bucles si tenían alguna duda durante la lección. Los primeros diez minutos se dedicaron a orar y agradecer a Dios y practicar la atención plena para los estudiantes en el grupo de prueba (con atención plena), y orar y agradecer a Dios en el grupo control (sin atención plena).

Los siguientes cincuenta minutos fueron para que todos los alumnos resolvieran los ejercicios solicitados por el acompañante en el chat. En la Tabla 27 se muestra el tiempo con las actividades docentes solicitadas a los niños.

Período	Conceptos cubiertos con Alcodey
Junio 2020	Tutoriales para recordar el código p de Alcodey y conceptos anteriores. Post-test de conceptos anteriores y Pre-test para bucles
Junio - Agosto 2020	Concepto de bucles
Finales de Agosto de 2020	Post-test para bucles

Tabla 27. Tiempo de enseñanza con Alcodey (fuente: Morales et al., 2020)

Se utilizó el software de videoconferencia Zoom una hora a la semana siguiendo el horario escolar para las lecciones. Los estudiantes del grupo control estaban en su sala virtual solo con el maestro sin mezclarse con los estudiantes del grupo de prueba.

De manera similar, los estudiantes del grupo test se conectaron con el maestro en una sala diferente en un momento diferente sin mezclarse con el grupo de control. El grupo de prueba se conectó los martes a las 11:20 am y los miércoles a las 9:45 am. El grupo control se conectó los viernes a las 9:45 am y los jueves a las 11:20 am. Los niños solo podían conectarse a la sala Zoom en esos momentos y con su maestro y miembros de su grupo. No se les permitió acceder a ninguna otra habitación en un momento diferente en Zoom y no fue posible recibir lecciones cara a cara debido a la pandemia de COVID-19.

El mismo profesor enseñó al grupo de control y test durante todas las lecciones. El maestro siempre verificaba que los estudiantes estuvieran conectados en su grupo. La pertenencia al grupo control o test fue permanente durante todo el experimento y todos los estudiantes se conectaron a través de las sesiones.

La única diferencia en las tareas de los estudiantes entre los grupos control y test fue el uso de la atención plena. Tuvieron que completar las mismas actividades para cubrir el concepto de bucles.

Las variables dependientes del experimento de un solo grupo pre-post-test se relacionaron, en primer lugar, con el aprendizaje de conceptos de programación, medidos por las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en los test iniciales y finales del experimento.

Uno de los factores, de grupo, a considerar como una variable independiente, está relacionada con el uso o no del mindfulness. La Tabla 28 contiene la lista de variables dependientes e independientes.

Aspecto	Tipo	Variable	Nombre
Aprendizaje de conceptos de programación	DV	Puntuaciones pre-test	Pre-test
	DV	Puntuaciones post-test	Post-test
Factores psicológicos	DV	Nivel de motivación	Motivación
	DV	Nivel de satisfacción	Satisfacción
	IV	Uso de la atención plena	Grupo

Tabla 28. Resumen de variables, Tipo, VD- Variable Dependiente, VI - Variable Independiente, (fuente: Morales et al., 2020)

A continuación, se presenta una de las principales hipótesis en estudio y se describen las hipótesis estadísticas de trabajo utilizadas para responderlas.

H: Integrar la atención plena en la enseñanza de la programación a los niños con un Compañero de Aprendizaje emocional aumenta el aprendizaje de los conceptos de programación y mejora la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje.

H abarca tres sub-hipótesis:

H<sub>a</sub>: Si los niños practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación, obtendrán mayores ganancias de aprendizaje que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación.

En este caso, dos aspectos diferentes están involucrados en esta hipótesis:

- El **efecto entre sujetos** y el objetivo fue saber si existe alguna diferencia significativa entre los tests previos para los grupos de control y test. Lo mismo se aplica en el post-test (si hay alguna diferencia entre los post-test para los grupos de control y de test). Por tanto, la hipótesis nula para los tests preliminares es: **H<sub>0apre</sub>**: no hubo diferencias significativas en las puntuaciones del pre-test entre los estudiantes que practicaron y no practicaron la atención plena. En términos simples, la hipótesis nula es que los dos grupos provienen de la misma población. Asimismo, para el post-test, es: **H<sub>0apost</sub>**: no hubo diferencias significativas en las puntuaciones posteriores al test entre los estudiantes que practicaron y no practicaron la atención plena.
- El **efecto dentro de los sujetos** tiene como objetivo saber si hay alguna diferencia significativa entre las puntuaciones del pre-test y post-test en el grupo de control, es decir, entre los estudiantes que no practicaron la atención plena. Además, si hubo alguna diferencia significativa entre las puntuaciones del pre-test y post-test en el grupo test. Es decir, estudiantes que practicaron la atención plena. Por tanto, la hipótesis nula para el grupo test es: **H<sub>0atest</sub>**: no hubo diferencias significativas en las puntuaciones pre-test y post-test para los estudiantes que practicaron la atención plena. De manera similar, la hipótesis nula para el grupo de control es: **H<sub>0acontrol</sub>**: no hubo diferencias significativas en las puntuaciones del pre-test y post-test para los estudiantes que no practicaron la atención plena.

**Hb:** Si los niños practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación, alcanzarán niveles de satisfacción más altos que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación.

Como la variable satisfacción se registró después del experimento, se pregunta si los niveles de satisfacción fueron más altos en el grupo test que en el grupo de control. Por tanto, la hipótesis nula es:

- $H_{0sat}$ : no hubo diferencias significativas en los niveles de satisfacción entre los estudiantes que practicaron y no practicaron mindfulness.
- $H_c$ : Si los niños practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación, logran niveles de motivación más altos que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación.

Es similar a la hipótesis anterior. Como la variable motivación también se registró después del experimento, se pregunta si los niveles de motivación fueron más altos en el grupo test que en el grupo de control. Por tanto, las hipótesis nula y alternativa son:

- $H_{0cmot}$ : no hubo diferencias significativas en los niveles de motivación entre los estudiantes que practicaron y no practicaron mindfulness.
- Como la variable Satisfacción se registró después del experimento, se pregunta si los niveles de satisfacción fueron más altos en el grupo test que en el grupo de control. Por tanto, la hipótesis nula es:
- $H_{0sat}$ : no hubo diferencias significativas en los niveles de satisfacción entre los estudiantes que practicaron y no practicaron mindfulness.
- $H_c$ : Si los niños practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación, logran niveles de motivación más altos que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación.

Es similar a la hipótesis anterior. Como la variable Motivación también se registró después del experimento, se pregunta si los niveles de motivación fueron más altos en el grupo test que en el grupo de control. Por tanto, las hipótesis nula y alternativa son:

- $H_{0cmot}$ : no hubo diferencias significativas en los niveles de motivación entre los estudiantes que practicaron y no practicaron mindfulness.

Para el estudio se utilizaron tres instrumentos: una prueba de programación, un cuestionario de opinión para el grupo de control y un cuestionario de opinión para el grupo test. La prueba de programación planteó la siguiente pregunta centrada en evaluar las habilidades de programación de bucles de los estudiantes:

Q1. Escribe un programa para contar del 1 al 5. (concepto de bucles)

La pregunta fue evaluada de 0 (puntuación mínima) a 2 (puntuación máxima), otorgando 0,5 puntos por cada uno de los siguientes cuatro aspectos para considerar si el programa de bucles era correcto:

1. El uso de una variable de contador.
2. La creación de una condición de parada.
3. Incrementar correctamente la variable del contador.
4. El uso correcto de la sintaxis.

La Figura 119 muestra un ejemplo de pseudocódigo de Alcodey correcto para contar de 1 a 5 usando *i* como variable de contador, la condición de parada (“hasta 5”), incrementando la variable de contador con la instrucción (“siguiente *i*”) y el uso correcto de sintaxis. Más información sobre este texto de origen

```
iniciar  
para i=1 hasta 5  
escribir i  
siguiente i  
finalizar
```

Figura 119. Rúbrica para evaluar el pseudocódigo de Alcodey para la prueba de bucles (fuente: Morales et al., 2020)

El cuestionario para el grupo de control constaba de dos preguntas para recopilar información sobre cómo los estudiantes percibían la experiencia de usar Alcodey sin mindfulness. El cuestionario para el grupo test también tenía esas dos preguntas más dos preguntas adicionales sobre su opinión con respecto a la práctica de la atención plena. La Tabla 29 reúne las preguntas, sus posibles respuestas y sus factores psicológicos relacionados.

Las preguntas 1 y 2 fueron las mismas para todos los estudiantes, ya que preguntaron sobre los niveles de satisfacción y motivación alcanzados en una escala de 0 (mínimo) a 10 (máximo) después de haber utilizado Alcodey para aprender bucles.

A los estudiantes del grupo de test (con mindfulness) también se les hicieron las preguntas 3 y 4 sobre si sentían que el mindfulness les había ayudado a concentrarse más en su programación y su opinión sobre el uso de mindfulness para aprender a programar con un Compañero de Aprendizaje.

Pregunta	Posible respuesta	Factor Psicológico
1. (todos) En una escala de 0 (mínimo) a 10 (máximo), ¿cuál es su nivel de satisfacción?	Número (0-10)	Satisfacción
2. (todos) En una escala de 0 (mínimo) a 10 (máximo), ¿cuál es su nivel de motivación?	Número (0-10)	Motivación
3 (prueba) ¿Te gusta practicar la atención plena?	Escala de likert (1-5)	Opinión
4. (prueba) ¿Crees que la atención plena es útil para ayudarte a concentrarte?	Si/No	Opinión

Tabla 29. Cuestionario de opinión final (fuente: Morales et al., 2020)

Se siguió un procedimiento de pre-test y post-test durante dos meses (ver Figura 120). El progreso de las habilidades de programación de bucles de los estudiantes se midió pidiendo a todos los estudiantes que completaran un pre-test a fines de junio de 2020 y un post-test a fines de agosto de 2020.

El pre-test y post-test fueron la misma prueba de programación.

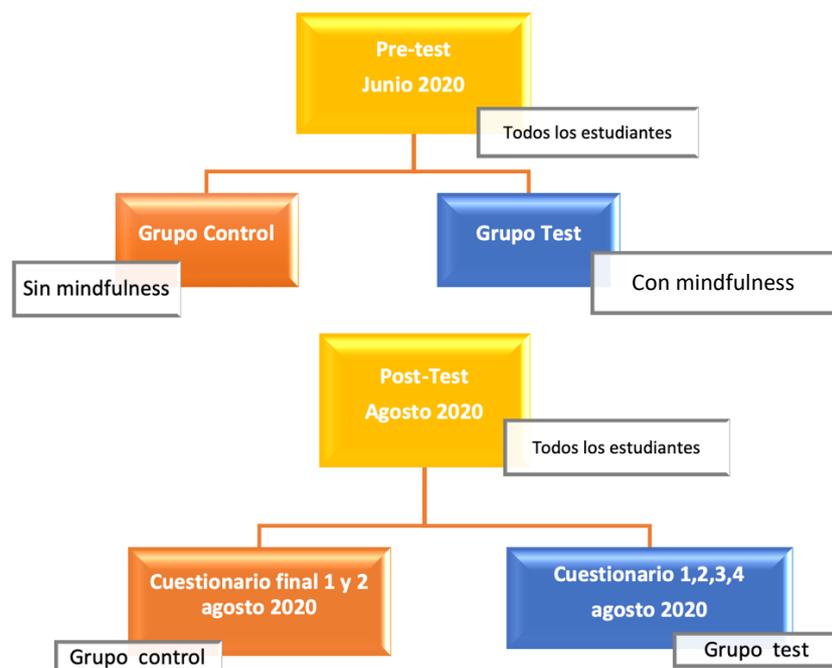


Figura 120. Diagrama del procedimiento del experimento. (fuente: Morales et al., 2020)

A finales de agosto de 2020, también se pidió a todos los estudiantes que completaran un cuestionario de opinión final. El profesor preguntó a todos los alumnos del grupo control si sabían qué era la atención plena y si la habían practicado en algún momento durante el verano para ayudarles en su aprendizaje y le respondieron negativamente.

El procedimiento de análisis para responder RQ1 y probar  $H_a$ , se involucraron dos procedimientos diferentes dependiendo del tipo de efecto.

Primero, se estudió el efecto entre sujetos. Un posible modelo que incluiría este estudio es un modelo ANCOVA, donde la variable pretest actuaría como covariable, la variable post-test como variable dependiente y la variable de grupo como factor. Desafortunadamente, aunque hay normalidad en los datos, no hay igualdad de variantes entre las dos poblaciones.

Por lo tanto, después de verificar la independencia entre las muestras para el grupo de control y el grupo test (para las variables de la pre-test y post-test), se eligió una prueba t-test de muestras independientes para comparar los grupos de control y test en el pre-test y post-test.

Específicamente, las hipótesis nulas y alternativas previas a la prueba son las siguientes:

$$\begin{array}{l} H_{0\text{apre}}: \mu_c = \mu_t \\ H_{1\text{apre}}: \mu_c \neq \mu_t \end{array}$$

Donde  $\mu_c$  es la media del pre-test en el grupo de control y  $\mu_t$  es la media del pre-test en el grupo de test.

Se utilizó una prueba similar para el post-test:

$$\begin{array}{l} H_{0\text{apost}}: \mu_c = \mu_t \\ H_{1\text{apost}}: \mu_c \neq \mu_t \end{array}$$

Se debe tener en cuenta que, al no haber diferencias significativas entre el grupo de control y el grupo de test en el pre-test, se podría decir que ambos grupos eran homogéneos al comienzo del experimento. Es decir, tanto el grupo de control como el grupo test comienzan bajo las mismas condiciones. Por lo tanto, ver directamente la puntuación del post-test de ambos grupos sería una indicación de mejora en la puntuación.

Para la segunda parte del estudio desarrollado en  $H_a$ , después de verificar la correlación entre los dos grupos (pre-test y post-test para la variable de la puntuación de la prueba), se utilizó la prueba t pareada.

Por lo tanto, las hipótesis nula y alternativa para el grupo test son:

$$\begin{array}{l} H_{0\text{atest}}: \mu_{\text{pre}} = \mu_{\text{post}} \\ H_{1\text{atest}}: \mu_{\text{pre}} \neq \mu_{\text{post}} \end{array}$$

Donde  $\mu_{\text{pre}}$  y  $\mu_{\text{post}}$  son medias pre-test y post-test, respectivamente. Asimismo, las hipótesis nula y alternativa para el grupo de control son:

$$\begin{array}{l} H_{0\text{acontrol}}: \mu_{\text{pre}} = \mu_{\text{post}} \\ H_{1\text{acontrol}}: \mu_{\text{pre}} \neq \mu_{\text{post}} \end{array}$$

Para responder RQ2 y prueba de Hb, se utilizó una prueba no paramétrica debido a la falta de normalidad y homocedasticidad en las muestras. Después de verificar la independencia, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

Las hipótesis nula y alternativa son:

$$\left. \begin{array}{l} H_{0\text{sat}}: P(x_i > y_i) = \frac{1}{2} \\ H_{1\text{sat}}: P(x_i > y_i) \neq \frac{1}{2} \end{array} \right\}$$

Donde  $x_i$  es una observación de la variable satisfacción en el grupo test y  $y_i$  es una observación de la variable satisfacción en el grupo de control.

Para responder RQ3 y probar Hc, se desarrolló un estudio similar a la hipótesis anterior. Las hipótesis nula y alternativa son:

$$\left. \begin{array}{l} H_{0\text{cmot}}: P(x_i > y_i) = \frac{1}{2} \\ H_{1\text{cmot}}: P(x_i > y_i) \neq \frac{1}{2} \end{array} \right\}$$

Donde  $x_i$  es una observación de la variable Motivación en el grupo test y  $y_i$  es una observación de la variable Motivación en el grupo control.

Para responder a la pregunta cualitativa RQ4, las respuestas de texto libre dadas por los estudiantes a la tercera pregunta del cuestionario de opinión final fueron clasificadas utilizando la función CONTAR.SI en Excel.

Para determinar la validez y la fiabilidad se realizan cálculos estadísticos con el programa IBM SPSS Statistics, Versión 25.

En primer lugar, la validez del cuestionario se cuantificó utilizando V de Aiken que se puede utilizar para resumir las calificaciones de relevancia del contenido de los ítems obtenidas de un panel de jueces expertos.

En este caso, se preguntó a diez expertos sobre la claridad, idoneidad y relevancia de los diferentes ítems de la prueba, puntuando de 0 a 4, siendo 0 el valor más bajo. Todos los elementos obtuvieron un valor de V de Aiken superior a 0,8, que se considera aceptable.

La confiabilidad entre evaluadores para los tres evaluadores que usaron la rúbrica para codificar las puntuaciones se evaluó utilizando el valor Kappa de Fleiss, obteniendo un valor de 0,78, por lo que se consideró un acuerdo sustancial.

La consistencia interna general del cuestionario se evaluó mediante el alfa de Cronbach, alcanzando el valor 0,973.

Finalmente, también es necesario validar la consistencia de las hipótesis respondiendo a estas dos preguntas:

- 1) ¿Son las hipótesis adecuadas y suficientes para responder a las preguntas de investigación del artículo?
- 2) Con el experimento descrito, ¿sería posible probar las hipótesis descritas?

Con respecto a la **pregunta 1**: probar Ha responde RQ1, probar Hb responde RQ2 y probar Hc responde RQ3. Esto se puede decir por qué hay literatura previa que demostró que en el entrenamiento de mindfulness para niños “¡Prestar atención funciona!” que solo medía una hora por semana (10 minutos cada día) durante ocho semanas puede mejorar las habilidades de los estudiantes para concentrarse antes de las actividades escolares. Solo RQ4 no tendría una hipótesis asociada dada su naturaleza cualitativa. Por tanto, se puede decir que las hipótesis son adecuadas, ya que sirven para dar respuesta a las preguntas de investigación del artículo, y que son suficientes porque cubren todas las preguntas.

Respecto a la **pregunta 2**: es posible probar las hipótesis, ya que es posible recolectar datos de los estudiantes en pre-test y post-test y evaluar puntuaciones de aprendizaje y cuestionarios con información sobre sus niveles de satisfacción y motivación. Además, se puede elegir el estadístico basado en la t de Student para muestras independientes y comparar las puntuaciones de aprendizaje de control y de test en el pre-test y post-test para probar Ha. Además, se puede usar una prueba no paramétrica de Mann-Whitney para probar Hb y Hc dada la naturaleza de los datos. Una vez reunidos los resultados, se pueden probar las hipótesis y llegar a conclusiones:

Se determina la ganancia de aprendizaje en relación con RQ1 y se estudian los efectos entre sujetos. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de los datos para explorar cualquier posible mejora en la puntuación del post-test en comparación con el pre-test, tanto en el grupo de control como en el grupo test.

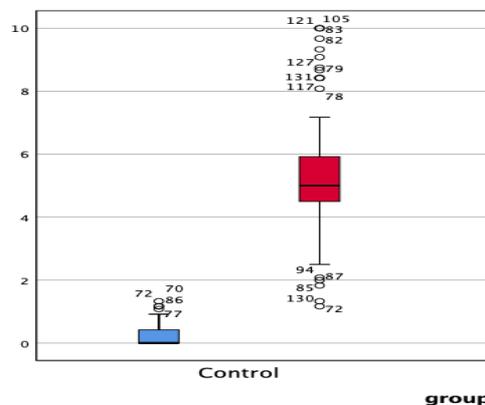


Figura 121. Diagramas de caja pre-test y post-test para todos los conceptos (fuente: Morales et al., 2020)

La Figura 121 muestra los diagramas de caja agrupados para las diferentes variables estudiadas, tanto pre- test como post-test, para el grupo de control y el grupo test. Muestran la homogeneidad en el pre-test para ambos grupos, con media y mediana de 0,24 y 0,00 respectivamente en el grupo de control y 0,30 y 0,25 en el grupo de test. La desviación estándar es muy similar a 0,37 en el grupo de control y 0,34 en el grupo de test.

Todos ellos tienen diferentes datos atípicos marcados con círculos. Además, ambos grupos muestran una ganancia en la puntuación post-test, con una mayor dispersión en comparación con la puntuación pre-test en ambos casos (2,09 y 2,30 para los grupos control y test respectivamente).

En el grupo post- test, generalmente se presentan valores más altos, con la media en 6,99 y la mediana en 6,29, siendo en el grupo de control 5,36 y 5,00. Se muestran numerosos valores atípicos en el post-test del grupo de control, tanto por el rango superior como inferior. En el caso del grupo test, sin embargo, no hay valores atípicos. Los valores de la Tabla 30 complementan los comentarios anteriores.

	Control		Test	
	Pre	Post	Pre	Post
<b>N</b>	69	69	68	68
$\bar{x}$	0.24	5.36	0.30	6.99
<b>MED</b>	0.00	5.00	0.25	6.29
<b>SD</b>	0.37	2.09	0.34	2.30

Tabla 30. Análisis descriptivo de la muestra (fuente: Morales et al., 2020)

Estos conocimientos tomados del análisis descriptivo se analizarán en detalle utilizando las pruebas estadísticas que se muestran a continuación.

Después de verificar la normalidad en las muestras, se verificó que no existía correlación significativa entre los grupos control y test para el pre-test y también para el post-test. Se utilizó la prueba t-test de muestras independientes y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 31.

	t	gl	Sig.	d
<b>Pretest (control-test)</b>	1.09	135	0.278	-
<b>Posttest (control-test)</b>	4.33	133.44	0.000	0.75

Tabla 31. Resultados de las muestras independientes t-test entre los grupos control y test en pre-test y post-test (fuente: Morales et al., 2020)

Como se evidencia en la Tabla 31, no hay diferencia significativa ( $p = 0.278$ ) entre las puntuaciones del grupo de control y el grupo test. Por tanto, se puede decir que el experimento partió de un pre-test con poblaciones homogéneas en ambos grupos (control

y test). Por lo tanto, comparar las puntuaciones posteriores a la prueba es representativo del aprendizaje de los estudiantes, ya que ambos grupos partieron del mismo punto.

En cuanto al post-test, existe una diferencia significativa ( $p = 0.000$ ) entre las puntuaciones de los grupos de control y del test. El tamaño del efecto de la prueba t de Student se calcula utilizando la d de Cohen (Cohen, 1960). El tamaño del efecto, 0,75, corresponde a un efecto grande, con un cambio porcentual del 30% (gran aumento).

Para el segundo análisis, efectos dentro de los sujetos relacionados con RQ2, se llevó a cabo un test de Student para muestras pareadas para comparar las puntuaciones pre-test y post-test en los grupos de control y test. La Tabla 32 refleja el aumento significativo en la puntuación entre el pre-test y post-test para los grupos de control y test, con  $p < 0.01$ . Este aumento se cuantificó utilizando d.

Hay un efecto enorme ( $d = 3,44$ ) en el grupo de control. En el grupo test también hay un efecto enorme, con un valor superior al del grupo de control ( $d = 4,1$ ).

	t	gl	p-valor	d
<b>CONTROL (PRE-TEST/POST-TEST)</b>	20.08	68	0.000	3.44
<b>TEST (PRE-POST)</b>	23.93	67	0.000	4.1

Tabla 32. Resultados del t-test emparejado entre pre-test y post-test (En los grupos de control y test) (fuente: Morales et al., 2020)

Para la medición de satisfacción, en relación con el RQ3, se estudió la posible relación entre el uso del mindfulness y el grado de satisfacción de los estudiantes.

Como primera aproximación, se muestra un gráfico de barras para cada par de variables. La Figura 122 muestra niveles más altos de satisfacción para el grupo test que el grupo de control.

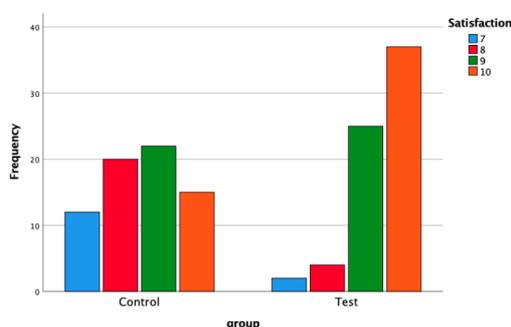


Figura 122. Gráfico de barras para variables de grupo y satisfacción (fuente: Morales et al., 2020)

En esta primera visión, se llevó a cabo un estudio más profundo, mediante cálculos de correlación. Dado que las variables estudiadas, Satisfacción en el grupo de control y Satisfacción en el grupo test, son ambas variables ordinales, primero se calcularon las

correlaciones no paramétricas entre ellas. Se utilizó la Tau-b de Kendall para evaluar la correlación entre variables. La Tabla 33 muestra que no hubo correlación significativa entre ellos.

	VALOR	SIGN.
Tau-b de Kendall	0.17	0.1

Tabla 33. Correlaciones no paramétricas de satisfacción en los grupos de control y test (fuente: Morales et al., 2021)

Por lo tanto, se decidió analizar las diferencias entre Satisfacción en los grupos control y test con una prueba no paramétrica para muestras independientes. Se eligió la prueba U de Mann-Whitney para comparar las diferencias entre dos grupos independientes. La Tabla 34 muestra el resultado de esta prueba, así como el valor del tamaño del efecto  $r$  en el caso de diferencias significativas entre grupos, calculado, nuevamente, siguiendo las recomendaciones sobre el tamaño del efecto de la prueba no paramétrica, es decir,  $r = Z/\sqrt{N}$ , siendo  $N$  el número total de observaciones en las que se basa  $Z$ . Los valores de satisfacción del grupo test fueron significativamente más altos que los del grupo de control. El tamaño del efecto de 0,41 corresponde a un efecto grande.

	U de Mann-Whitney	Z	p-valor	Tamaño del efecto (r)
SATISFACCIÓN	1241.50	5.02	0.000	0.41

Tabla 34. Prueba U de Mann-Whitney para la satisfacción, usando el grupo variable como la variable independiente (fuente: Morales et al., 2021)

Finalmente, para determinar la motivación, y también relacionado con RQ3, se estudió la posible relación entre el uso del mindfulness y el grado de motivación de los estudiantes.

Nuevamente, a modo de primer vistazo, se muestra un gráfico de barras para cada par de variables. La Figura 123 muestra niveles más altos de motivación para el grupo test que el grupo control.

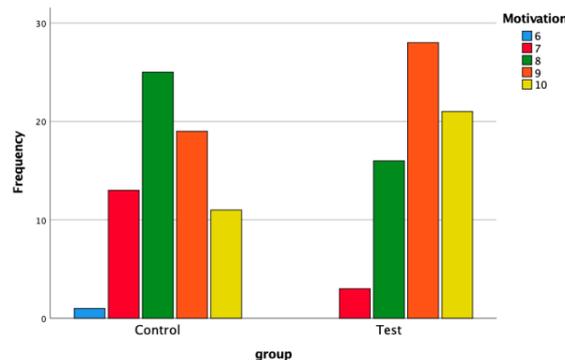


Figura 123. Gráfico de barras para variables de grupo y motivación (fuente: Morales et al., 2021)

Se utilizó el Tau-b de Kendall para evaluar una posible correlación entre la variable Motivación en el grupo de control y el grupo test. La Tabla 35 muestra que no hubo correlación significativa entre ellos.

	VALOR	SIGN.
<b>Tau-b de Kendall</b>	0.02	0.874

Tabla 35. Correlaciones no paramétricas para la motivación en los grupos de control y grupo test (fuente: Morales et al., 2021)

Por lo tanto, se decidió analizar las diferencias entre Motivación en los grupos de control y test, utilizando la prueba U de Mann-Whitney (ver Tabla 36).

	U Mann-Whitney	Z	p-valor	Tamaño del efecto (r)
<b>MOTIVACIÓN</b>	1554.00	3.56	0.000	0.29

Tabla 36 Prueba U de Mann-Whitney para la motivación, usando el grupo variable como variable independiente. (fuente: Morales et al., 2021)

La Tabla 36 muestra el resultado de esta prueba, así como el valor del tamaño del efecto r en el caso de diferencias significativas entre grupos. Esta prueba muestra diferencias significativas entre los dos grupos, con  $r = 0,29$ , correspondiente a un efecto intermedio.

La opinión sobre el mindfulness de los estudiantes del grupo test (que practicaron la atención plena antes de aprender a programar con Alcodey) se registró en las preguntas 3 y 4 al final del experimento como se describe.

La Figura 124 muestra las 69 respuestas a la pregunta 3 "¿Te gusta practicar la atención plena?" en la escala Likert: 1 - Lo odio (0 respuestas); 2 - No me gusta (1 respuesta); 3 - Me es indiferente (4 respuestas); 4 - Me gusta (8 respuestas); 5 - Me encanta (55 respuestas).

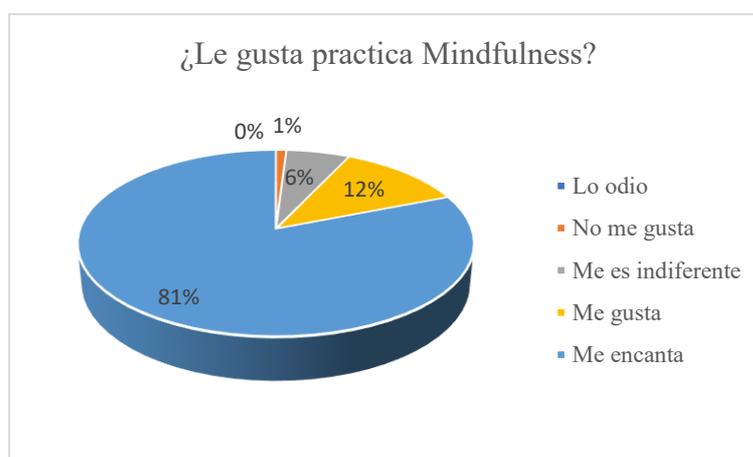


Figura 124. Resultado de la pregunta 3 (fuente: Morales et al., 2021)

La Figura 125 muestra las 69 respuestas a la pregunta 4 "¿Crees que practicar la atención plena es útil para ayudarte a concentrarte?" como Sí (66 respuestas) y No (3 respuestas).

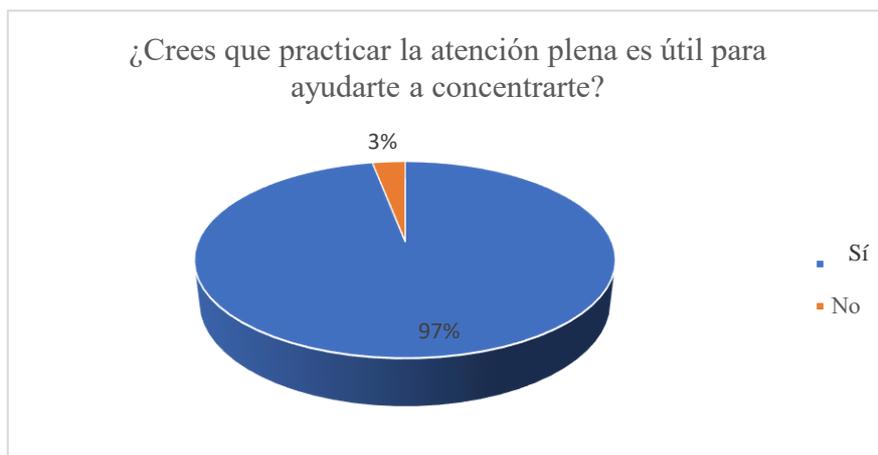


Figura 125. Resultado de la pregunta 4 (fuente: Morales et al., 2021)

Esta es la primera vez en la literatura que los niños practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación.

Para la evaluación de resultados e implicaciones se formularon tres preguntas de investigación cuantitativa sobre el impacto de la atención plena en los estudiantes que aprenden programación, sus niveles de satisfacción y motivación, así como una pregunta de investigación cualitativa sobre la opinión de los estudiantes sobre la práctica de la atención plena para aprender a programar.

Respecto a RQ1. **¿Cómo puede la práctica de la atención plena en la enseñanza de la programación a los niños con un Compañero de Aprendizaje emocional afectar sus ganancias de aprendizaje?** Para probar  $H_a$ , si los niños que practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación lograrán mayores ganancias de aprendizaje que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación, se eligió una prueba t- test de muestras independientes para comparar los grupos de control y test en el pre-test y post-test

Los resultados revelaron un aumento significativo en las puntuaciones posteriores a la prueba del grupo test (más alto que el grupo control). Como implicación práctica, los profesores de Educación Primaria que intenten enseñar programación con un Compañero de Aprendizaje como Alcody podrían permitir 10 minutos de práctica de mindfulness antes de la lección para lograr mayores ganancias en el aprendizaje.

Respecto a RQ2. **¿Cómo se relaciona la práctica del mindfulness con la satisfacción que perciben los estudiantes al aprender a programar con un Compañero de Aprendizaje emocional?** Para probar la  $H_b$ , si los niños que practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación lograrán niveles de satisfacción más altos que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de

aprendizaje de programación, una prueba U de Mann-Whitney de los datos recopilados en el cuestionario reveló un aumento significativo en la puntuación post-test del grupo test (más altas que las del grupo de control).

En particular, los valores de satisfacción registrados para el grupo test fueron significativamente más altos que los del grupo de control con un tamaño del efecto de 0,41, lo que corresponde a un efecto grande.

Este estudio contribuye a la literatura al proporcionar resultados que indican una mejora de la satisfacción de los estudiantes también en el contexto de la programación de la enseñanza a los estudiantes de Educación Primaria.

Como implicación práctica, los profesores de Educación Primaria podrían tener una razón adicional para introducir la atención plena antes de enseñar programación a sus alumnos, ya que no solo aumentarán las ganancias de aprendizaje de los alumnos, sino también sus niveles de satisfacción.

Respecto a RQ3. **¿Cómo se relaciona la práctica del mindfulness con la motivación que perciben los estudiantes al aprender a programar con un Compañero de Aprendizaje emocional?** Para probar  $H_c$ , si los niños que practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación lograrán niveles de motivación más altos que los niños que no practican la atención plena antes de sus sesiones de aprendizaje de programación, una prueba U de Mann-Whitney de los datos recopilados en el cuestionario reveló un aumento significativo en la puntuación post-test del grupo de test (más altas que las del grupo de control). La prueba (ver Tabla 36) mostró diferencias significativas entre los grupos, con  $r = 0.29$  indicando un efecto intermedio.

En este estudio se exploró cómo estar concentrado en la tarea ayuda a estar más motivado.

También podría estar relacionado con el otro principio de atención plena de no juzgar nada como bien o mal, pero simplemente aceptando todo como es. Podría mejorar la motivación, ya que los niños no juzgan las tareas como malas, sino como tareas para completar con toda su atención en ese momento exacto.

Como una implicación práctica de la programación para los profesores de Educación Primaria, la introducción del mindfulness antes de sus lecciones significa que no solo podrían mejorar las puntuaciones de aprendizaje y los niveles de satisfacción, sino también los niveles de motivación.

Respecto a RQ4. **¿Qué piensan los estudiantes sobre la práctica de la atención plena para centrarse en sus lecciones de programación?** Los resultados revelaron que a los niños les gustaba la práctica de la atención plena y que pensaban que les ayudaba a concentrarse.

Esto es particularmente relevante porque, debido a la pandemia de COVID-19, tuvieron que conectarse en línea durante el verano desde casa. Es una situación extraña, ya que los niños están acostumbrados a estar en clase con sus compañeros y el profesor. Es similar a la extraña situación del teletrabajo que están haciendo actualmente muchas personas que, al practicar el mindfulness, se han percibido más concentradas y reportaron sentirse mejor (Toniolo y Pitt, 2020).

Como implicación práctica para los maestros en general durante la pandemia de COVID-19, la atención plena podría ser un apoyo para ayudar a los estudiantes a concentrarse antes de sus lecciones.

El estudio presentó algunas amenazas a la validez:

- **Validez de constructo:** La instrumentación basada en cuestionarios para medir procesos cognitivo-emocionales podría ser una amenaza para la validez. En este estudio, esta amenaza se minimizó al limitar las respuestas a los cuestionarios a categorías como sí / no o una escala Likert de 1 a 5. Además, la combinación de datos cuantitativos y cualitativos cuando se tratan los aspectos emocionales en la investigación ayuda a proporcionar datos más válidos.
- **Validez externa:** la situación de la pandemia de COVID-19 ha afectado toda nuestra vida, así como la vida de los estudiantes del experimento y eso debe tenerse en cuenta. Además, aunque los alumnos del grupo test y del control nunca se mezclaron, ya que se conectaron online con su profesor, el grupo de control se formó con dos grupos de la escuela y el grupo test se formó con otros dos grupos de la escuela como suele ocurrir en la investigación en educación en aulas reales.
- **Validez interna:** Gracias al diseño de investigación pre-test y post-test, algunas de las amenazas debidas a la validez interna se eliminan como tasas diferenciales de mortalidad y sesgo de selección. Sin embargo, existen algunas amenazas internas a la validez, como posibles habilidades y recursos digitales diferentes que los estudiantes tienen en casa, ya que no estaban todos conectados en el aula. Que todos los alumnos tuvieran el mismo profesor también podría tener un impacto, pero en aprender a programar con Alcodey el profesor es solo para preguntas sobre problemas con el ordenador o para mostrar avances, ya que el elemento clave de la enseñanza está en Alcodey por lo que este factor no es tan relevante aquí.

El hecho de que algunos estudiantes puedan tener padres que los ayuden con la práctica de la atención plena, mientras que otros estudiantes podrían tener padres más escépticos que no apoyen o ayuden tanto a sus hijos con la atención plena o la programación de aprendizaje también puede afectar la motivación.

Del mismo modo, los padres que recompensan más o menos a sus hijos podrían tener algún impacto en la satisfacción de los estudiantes. Es muy difícil separar estos

factores, ya que el experimento fue con niños durante el verano en casa y, en general, como ocurre en cualquier experimento fuera del laboratorio. Sin embargo, se puede demostrar que no hubo contaminación entre el grupo de control y el grupo test. Los estudiantes del grupo de control no se mezclaron con los estudiantes del grupo test.

La única diferencia entre ambos grupos fue el uso de la atención plena. Ningún niño (ni en el grupo de control ni en el grupo test) tenía ningún conocimiento previo de la atención plena.

A finales de agosto, después del post-test del grupo de control, la maestra preguntó a los estudiantes que habían utilizado mindfulness para ayudarlos a concentrarse en el estudio, y todos los estudiantes del grupo de control respondieron que no tenían ningún conocimiento de mindfulness.

- **Validez de las conclusiones:** se relaciona con las fuentes de error aleatorio y el uso adecuado de estadísticas y pruebas estadísticas. En este documento, se han proporcionado todas las posibles comprobaciones de validez. Sin embargo, una posible amenaza restante podría ser el uso de una rúbrica con un número finito y discreto de valores.

### **5.7. Fase 7. Integración en el aula.**

Una vez que el entorno ha sido validado con el Compañero de Aprendizaje este se debe llevar al aula siguiendo una planificación por parte de los docentes pudiendo estar programadas en varias sesiones.

La ejecución de las sesiones se puede dar de manera presencial o virtual, lo más importante es que los estudiantes cuenten con dispositivos para su trabajo, además deberán tener conexión a Internet dado que el sistema interactivo de aprendizaje se ejecuta en un entorno web.

El Compañero de Aprendizaje en la aplicación interactiva de aprendizaje deberá contar con un diseño *responsive*, para promover el trabajo sincronizado entre dispositivos.

#### **5.7.1. Integración Presencial.**

El docente para la actividad de integración presencial del Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación realizó las siguientes actividades:

1. Planificó cada una de las clases en relación con contenidos y tiempo.
2. Al iniciar la clase se procedió a dar una introducción sobre el tema de la clase.
  - a. Conceptos de programación.
  - b. Entrada y Salida.
  - c. Condicionales.
  - d. Bucles.

3. Una vez que se concluyó la explicación se realizó preguntas a los niños con la finalidad de determinar si está claro y retroalimentar lo explicado.
4. El docente da las instrucciones y los niños empiezan a elaborar los ejercicios.
5. El docente recuerda a los niños que en el sistema interactivo se encuentra material didáctico que les reforzará los conocimientos adquiridos en la clase en caso de necesitar reforzar algún tema.

En la Figura 126 se observa la sesión presencial realizada en la clase de condicionales como parte de la integración del sistema interactivo de aprendizaje.

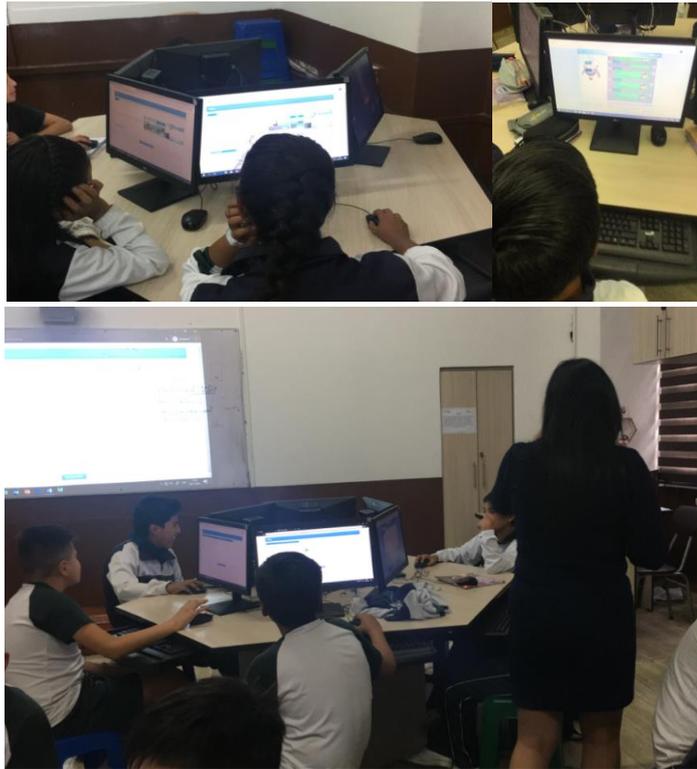


Figura 126. Ejemplo sesión presencial – trabajo con Alcody (fuente: elaboración propia)

### 5.7.2 Integración online

Para la integración en el aula bajo la modalidad online del Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación se ha utilizado la herramienta Zoom.

1. El docente creó la sesión en la herramienta Zoom y les envió a los estudiantes el link para que se puedan conectar.
2. Los estudiantes se conectaron en sus dispositivos personales a la video conferencia.
3. El docente solicitó encender las cámaras para identificar que todos están conectados y atendiendo.
4. El docente empezó presentando el tema
5. El docente a medida que avanzó en la explicación les fue realizando preguntas a los estudiantes para identificar que estaban atendiendo

6. El docente explicó los ejercicios y pidió que aleatoriamente los estudiantes compartieran su pantalla para revisar como iban resolviendo los ejercicios
7. Se les explico a los niños que en el sistema interactivo de aprendizaje tenían material didáctico como apoyo a las dudas que podrían tener sobre el tema explicado.

En las Figuras 127 y 128 se muestra capturas de pantalla de la clase de bucles trabajada online.

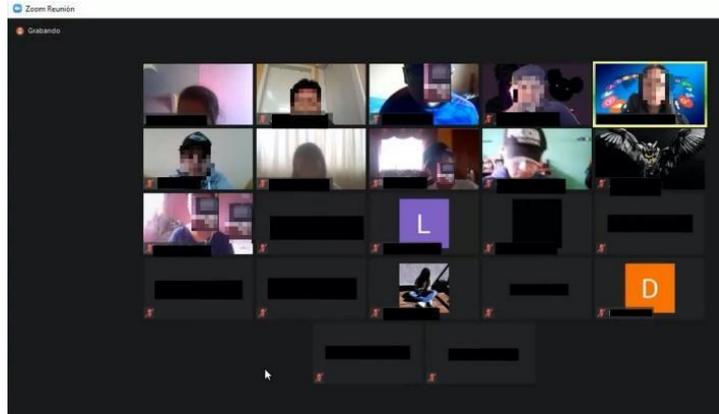


Figura 127. Ejemplo sesión online – trabajo con Alcody (fuente: Morales et al., 2021)

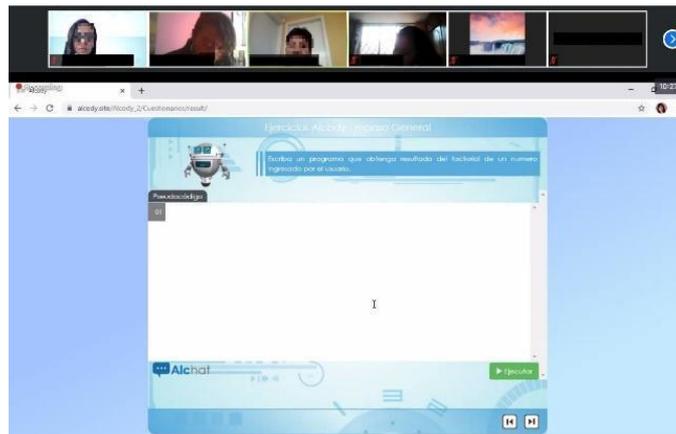


Figura 128. Ejemplo sesión online con revisión ejercicio de programación (fuente: Morales et al., 2021)

## Capítulo VI Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se describe el cumplimiento de los objetivos planteados al comienzo de esta tesis y se destacan las principales contribuciones realizadas. Por último, se presentan las principales líneas de trabajo futuro.

### 6.1. Objetivos cumplidos

A continuación, se enumeran los objetivos cumplidos:

#### 1.- “**Desarrollar una metodología para el diseño de la integración del aspecto emocional dentro de los Compañeros de Aprendizaje para enseñar programación**”:

Este objetivo se alcanza por medio de la propuesta de la metodología **MEDIE\_LECOE**, detallada en el Capítulo 4, en el que se desarrolla el planteamiento de la misma. Posteriormente, en el Capítulo 5, se registra su aplicación, experiencia e integración con la creación de Alcodey, un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación en Educación Primaria.

Se ha cumplido dicho objetivo por medio de la propuesta de la metodología **MEDIE\_LECOE**, redactada en el capítulo 4 donde se describe el planteamiento de esta y en el Capítulo 5 donde se valida con la creación de Alcodey, un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación.

En virtud a la falta de una metodologías de este tipo en el campo de Interacción Persona Ordenador, dada la importancia de la utilización de Compañeros de Aprendizaje emocionales para la enseñanza, y en virtud a los buenos resultados en otros campos, se destaca la importancia de la contribución de la metodología que se ajuste a las necesidades y niveles de conocimientos de los estudiantes.

Las fases propuestas de **MEDIE\_LECOE** son: comunicación con el equipo docente y expertos, codiseño con los niños, rediseño del Compañero de Aprendizaje, adaptación emocional, construcción del entorno de comunicación cognitiva y emocional, experiencia e integración en el aula.

2.- “**Generar herramientas que permitan apoyar a la metodología propuesta**”: En la Subsección 4.2, llamada Codiseño con los niños; se desarrolla la aplicación de la **técnica del prototipado – Storytelling**. Esta sirve de base para la Subsección 4.3, llamada Rediseño del Compañero de Aprendizaje donde se plantea el análisis de contenidos.

Con la finalidad de extraer ideas y atributos similares, se ha generado una propuesta de **matriz de análisis morfológico**. Ésta permitirá organizar adecuadamente las

características por personaje, género, color, características del personaje y emociones a presentar (estado de ánimo).

Para el desarrollo del entorno se sugiere tener en cuenta el tipo de historia, la estructura de la historia, la temática que se abordará y la manera cómo les gustaría a los niños que se comunicará con ellos el compañero de aprendizaje emocional. Además, se han establecido recomendaciones textuales y gráficas en relación con las seis emociones básicas propuestas por Ekman y al enfoque de la enseñanza de programación basado en la atención plena que brinda la utilización mindfulness.

3.- “Proponer un algoritmo de identificación de emociones y sugerencia de recomendaciones” en la Subsección 4.5.4 Comunicación emocional se ha planteado un algoritmo que detecta el estado de ánimo del niño. Ya sea por teclado, por medio del ratón o por la voz se envía a la base de datos y aparecerá el Compañero de Aprendizaje mostrando la actitud similar a la emoción seleccionada.

Por otro lado, en el chat se detectará el texto que invocará un mensaje relacionado a la emoción y una recomendación estos mensajes aparecerán acompañados de imágenes, buscando motivar a los niños y lograr empatía.

Descripción de proceso algoritmo, felicidad (ver Tabla 37), tristeza (ver Tabla 38), miedo (ver Tabla 39), asco/desagrado (ver Tabla 40), sorpresa (ver Tabla 41), ira/enojo (ver Tabla 42), además por la época de la pandemia se han elaborado, frases y consejos referentes al Covid-19 (ver Tabla 43).

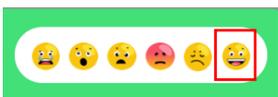
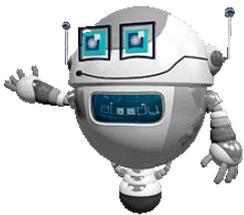
<p><b>Emoción seleccionada: FELIZ</b></p>   <p>Alcodey, personalizado con actitud de felicidad</p>	<p><b>Expresiones verbales que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b></p> <p>Quiero divertirme, Me gusta la escuela, Me gusta el recreo, Qué feliz soy, Alma de la fiesta, Me gusta jugar en el campo, Amo la naturaleza, Me gusta jugar, Quiero jugar, Me gusta salir a jugar.</p>	
	<b>Mensaje</b>	<b>Recomendación</b>
	<p>Divertimos y jugar con nuestros amigos puede ser divertido, pero no olvides después de jugar siempre debemos ordenar</p>	<p>Ordena, organiza y limpia tu espacio así tendrás la confianza de tus padres y maestros para poder divertirse</p>
	<p>La naturaleza es el mejor lugar para divertirnos y pasar momentos inolvidables</p>	<p>Cuidemos nuestro planeta es nuestra casa, en el vivimos y es nuestro hogar</p>
<p>Divertimos al aire libre es muy importante y más si lo hacemos acompañados de nuestros amiguitos</p>	<p>Pero al terminar de jugar entre todos, debemos limpiar y cuidar el medio ambiente</p>	

Tabla 37. Proceso de algoritmo – emoción feliz (fuente: Morales et al., 2021)

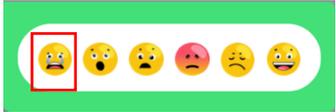
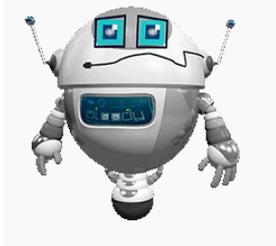
<p>Emoción seleccionada: <b>TRISTE</b></p>   <p>Alcodey, personalizado con actitud de tristeza</p>	<p><b>Expresiones verbales que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b></p> <p>Lo quiero ahora, No tengo a nadie, Quiero llorar, Me siento muy mal, No tengo, Estoy agotado, Estoy cansado, No me quiere, No le importo, Ya no avanzo, Mala nota, Saque cero.</p> <table border="1" data-bbox="593 456 1359 1084"> <thead> <tr> <th data-bbox="593 456 951 495">Mensaje</th> <th data-bbox="951 456 1359 495">Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="593 495 951 707">De un momento a otro podemos sentir que todo esta mal y nos ponemos muy tristes.</td> <td data-bbox="951 495 1359 707">No es malo sentirse triste o enfadado pero así no cambiaremos las cosas nosotros somos los únicos que podemos controlar nuestras emociones, Tú decides, respira cálmate y se feliz.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="593 707 951 813">Varias veces nos pondremos tristes por cosas que no tenemos.</td> <td data-bbox="951 707 1359 813">Siempre será mejor ingeniarnos en disfrutar y ser felices con las cosas que tenemos.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="593 813 951 958">Algunas veces nos sentimos derrotados o muy cansado para continuar. toma un descanso y respira para continuar.</td> <td data-bbox="951 813 1359 958">Si decimos “sí puedo, sí puedo” veremos que la confianza en nosotros volverá y podremos conseguir lo que queramos.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="593 958 951 1084">Alguna vez nuestra vida escolar nos dará una muy mala noticia. Que nos pondrá muy tristes.</td> <td data-bbox="951 958 1359 1084">Nuestro objetivo será esforzarnos y superar ese mal momento demostrando que somos muy capaces. Siempre confía en ti.</td> </tr> </tbody> </table>	Mensaje	Recomendación	De un momento a otro podemos sentir que todo esta mal y nos ponemos muy tristes.	No es malo sentirse triste o enfadado pero así no cambiaremos las cosas nosotros somos los únicos que podemos controlar nuestras emociones, Tú decides, respira cálmate y se feliz.	Varias veces nos pondremos tristes por cosas que no tenemos.	Siempre será mejor ingeniarnos en disfrutar y ser felices con las cosas que tenemos.	Algunas veces nos sentimos derrotados o muy cansado para continuar. toma un descanso y respira para continuar.	Si decimos “sí puedo, sí puedo” veremos que la confianza en nosotros volverá y podremos conseguir lo que queramos.	Alguna vez nuestra vida escolar nos dará una muy mala noticia. Que nos pondrá muy tristes.	Nuestro objetivo será esforzarnos y superar ese mal momento demostrando que somos muy capaces. Siempre confía en ti.
Mensaje	Recomendación										
De un momento a otro podemos sentir que todo esta mal y nos ponemos muy tristes.	No es malo sentirse triste o enfadado pero así no cambiaremos las cosas nosotros somos los únicos que podemos controlar nuestras emociones, Tú decides, respira cálmate y se feliz.										
Varias veces nos pondremos tristes por cosas que no tenemos.	Siempre será mejor ingeniarnos en disfrutar y ser felices con las cosas que tenemos.										
Algunas veces nos sentimos derrotados o muy cansado para continuar. toma un descanso y respira para continuar.	Si decimos “sí puedo, sí puedo” veremos que la confianza en nosotros volverá y podremos conseguir lo que queramos.										
Alguna vez nuestra vida escolar nos dará una muy mala noticia. Que nos pondrá muy tristes.	Nuestro objetivo será esforzarnos y superar ese mal momento demostrando que somos muy capaces. Siempre confía en ti.										

Tabla 38. Proceso de algoritmo – emoción triste (fuente: Morales et al., 2021)

<p>Emoción seleccionada <b>MIEDO</b></p>   <p>Alcodey, personalizado con actitud de miedo</p>	<p><b>Expresiones verbales que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b></p> <p>Estoy enfermo, Tengo miedo a los doctores, No quiero ir al doctor, Pesadillas, Soñé feo, No pude dormir, Me asusto en la noche, Un monstruo, Hoy me fue mal, Mal día, Se sintió mal, Un día cansado, No tengo con quien jugar, No juegan conmigo, No me gusta el recreo.</p> <table border="1" data-bbox="593 1447 1359 2040"> <thead> <tr> <th data-bbox="593 1447 951 1485">Mensaje</th> <th data-bbox="951 1447 1359 1485">Recomendación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="593 1485 951 1630">Cuando estamos enfermos además del malestar podemos sentir temor por ir al médico.</td> <td data-bbox="951 1485 1359 1630">Pero luego que te revise el médico, te sentirás mejor y podrás continuar con tus actividades cotidianas.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="593 1630 951 1736">Cuando sentimos temor por la noche es mejor respirar y pensar en cosas positivas.</td> <td data-bbox="951 1630 1359 1736">Pronto vendrá a nosotros la calma y podremos descansar tranquilamente.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="593 1736 951 1939">Después de un día lleno de actividades nos podemos sentir cansados y contrariados por eso debes descansar.</td> <td data-bbox="951 1736 1359 1939">Al siguiente día verás que los inconvenientes son oportunidades que nos llevan a tomar decisiones que pueden mejorar nuestras vidas, con una buena actitud todo saldrá bien.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="593 1939 951 2040">En ciertas circunstancias nos ponemos tristes y pensamos que no somos capaces de</td> <td data-bbox="951 1939 1359 2040">Es importante dejar de tener miedo al fracaso habrá cosas que tal vez no salgan a la primera eso no quiere</td> </tr> </tbody> </table>	Mensaje	Recomendación	Cuando estamos enfermos además del malestar podemos sentir temor por ir al médico.	Pero luego que te revise el médico, te sentirás mejor y podrás continuar con tus actividades cotidianas.	Cuando sentimos temor por la noche es mejor respirar y pensar en cosas positivas.	Pronto vendrá a nosotros la calma y podremos descansar tranquilamente.	Después de un día lleno de actividades nos podemos sentir cansados y contrariados por eso debes descansar.	Al siguiente día verás que los inconvenientes son oportunidades que nos llevan a tomar decisiones que pueden mejorar nuestras vidas, con una buena actitud todo saldrá bien.	En ciertas circunstancias nos ponemos tristes y pensamos que no somos capaces de	Es importante dejar de tener miedo al fracaso habrá cosas que tal vez no salgan a la primera eso no quiere
Mensaje	Recomendación										
Cuando estamos enfermos además del malestar podemos sentir temor por ir al médico.	Pero luego que te revise el médico, te sentirás mejor y podrás continuar con tus actividades cotidianas.										
Cuando sentimos temor por la noche es mejor respirar y pensar en cosas positivas.	Pronto vendrá a nosotros la calma y podremos descansar tranquilamente.										
Después de un día lleno de actividades nos podemos sentir cansados y contrariados por eso debes descansar.	Al siguiente día verás que los inconvenientes son oportunidades que nos llevan a tomar decisiones que pueden mejorar nuestras vidas, con una buena actitud todo saldrá bien.										
En ciertas circunstancias nos ponemos tristes y pensamos que no somos capaces de	Es importante dejar de tener miedo al fracaso habrá cosas que tal vez no salgan a la primera eso no quiere										

	conseguir algo y nos ponemos a dudar, tendremos muchas más probabilidades de superar esas dificultades y la actitud que tengamos es nuestra elección.	decir que no somos capaces, sino por el contrario debemos esforzarnos más para conseguirlo y poder disfrutarlo después.
--	---	---

Tabla 39. Proceso de algoritmo – emoción Miedo (fuente: Morales et al., 2021)

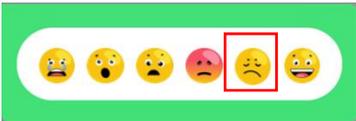
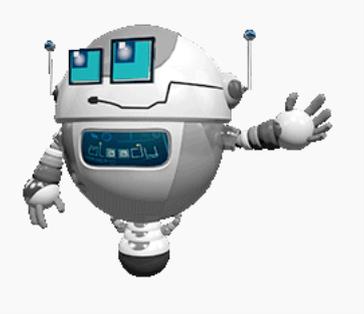
<p><b>Emoción seleccionada</b> <b>ASCO/ DESAGRADO</b></p>   <p>Alcody, personalizado con actitud de asco y desagrado</p>	<p><b>Expresiones verbales que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b></p> <p>Asco, Desagrado, Desagradable, Aula fea, Casa fea, Tengo deberes complicados, Deberes difíciles, Deberes feos, Tarea horrible, No me gustan los animales.</p>	
	<b>Mensaje</b>	<b>Recomendación</b>
	Burlarnos de todo, puede hacer que afectemos y hagamos sentir mal a otros	Si respetamos a los demás, nos sentiremos mejor y los demás también nos respetaran
	A veces todo parece un caos total y quisiéramos solo salir de ahí, pero es imposible ser feliz si uno no está bien consigo mismo.	Pero en cualquier situación negativa, debes buscar lo positivo y sentirte bien, cuando cambiamos nuestra actitud ayudamos a que las personas a nuestro alrededor se llenen de energía positiva.
	Existe temas que nos desagrada y por ello no participamos en clase. Pero luego nos será difícil comprenderlo.	Es mejor tener siempre una actitud positiva y veremos que pronto nos divertiremos aprendiendo nuevas cosas.
Cuando las cosas no se hacen de la manera que nos agradan, podemos reaccionar mal con personas que queremos.	Es mejor explicarnos con tranquilidad y cariño, así veremos que nos van a tratar de la misma manera	

Tabla 40. Proceso de algoritmo – emoción asco/desagrado (fuente: Morales et al., 2021)

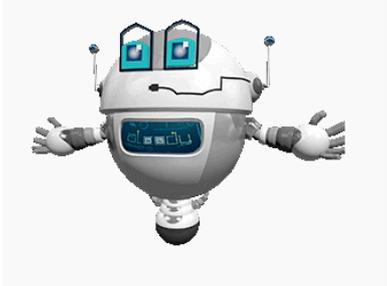
<p><b>Emoción seleccionada</b> <b>SORPRESA</b></p>   <p>Alcody, personalizado con actitud de sorpresa</p>	<p><b>Expresiones verbales que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b> Se me cayó, Me mintió, Me van a hablar, Montón de tareas, Mil tareas</p>	
	<b>Mensaje</b>	<b>Recomendación</b>
	En ocasiones tenemos muchas tareas, pero debemos organizar nuestro tiempo, para poder iniciarlas pronto.	De seguro te quedará tiempo para divertirse haciendo cosas que te encantan.
	En ocasiones pueden ser abusivos, contigo y herir tus sentimientos.	Nadie debe tratarte mal, cuéntaselo a tus padres y maestros de seguro buscarán una solución. TÚ eres único valórate a ti mismo.
	A veces tenemos inconvenientes que nos hacen tener temor de las consecuencias	Pero si contamos la verdad, de seguro con nuestros padres encontraremos una solución
Cuando nos sorprenden con muchas tareas o que parezcan muy complicadas. Sentimos que no vamos a terminar nunca	Pero mientras más pronto y con más alegría las realizásemos, veremos que las terminaremos y podremos ir a jugar.	

Tabla 41. Proceso de algoritmo – emoción sorpresa (fuente: Morales et al., 2021)

<p><b>Emoción seleccionada</b> <b>IRA/ ENOJO</b></p>   <p>Alcody, personalizado con actitud de ira/enojo</p>	<p><b>Frases que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b> Me empujó, Me golpeó, Me hicieron caer, Lo golpeó, Enfadarme, Enojado, Estoy molesto, Estoy molesta, Mi perro es malcriado.</p>	
	<b>Mensaje</b>	<b>Recomendación</b>
	Quando estamos irritados podemos hacer daño a los demás.	Ayudar a quien lo necesite, nos hará sentir bien y nos ayudará a mejorar nuestra relación con nuestros amigos.
	Nuestro temperamento puede ser tan agresivo en ocasiones. Que podría hacernos perder buenas amistades	Debemos tratar de buscar una solución que sea buena para todos y nos sentiremos felices
	Si estamos molestos debemos cuidar nuestra actitud y no hacer daño a quien no se lo merece	Olvidemos los malos momentos y tratemos a los demás como nos gustaría que nos traten al estar felices con los demás, todo estará bien.

Tabla 42. Proceso de algoritmo – emoción ira/enojo (fuente: Morales et al., 2021)

Como parte del apoyo emocional en la época del confinamiento por la pandemia mundial COVID- 19, se elaboraron imágenes referentes al tema (ver Tabla 43).

<p><b>Alcody – COVID – 19</b></p> 	<p><b>Expresiones verbales que se pueden ingresar para invocar la emoción:</b></p> <p>murió, muerte, hospital, tiene Covid, respirador, terapia intensiva, esta en coma, miedo al coronavirus, hay muchos contagiados, extraño a mis amigos, puedo salir a jugar, confinamiento, cuarentena, aislado, aislamiento, trabaja en línea, trabajo por Internet, trabajo en la computadora, trabajo mucho, no sé qué hacer, que puedo hacer en casa, mi papa es policía, mi papa es militar, mi papa es bombero, mi papa es agricultor, mi papa es enfermero, clases por zoom, clases por Internet, lo despidieron del trabajo, no tiene trabajo</p>
<p>Alcody, personalizado con mascarilla y alcohol</p>	<p><b>Recomendaciones</b></p>
	<p>Nos debemos proteger contra el COVID-19, esta batalla la ganamos todos: lava tus manos, usa mascarilla, quédate en casa, desinfecta tus objetos, quédate en casa, guarda distancia, evita sitios concurridos, cúbrete al estornudar.</p>
	<p>Aprender en línea tiene varias ventajas para que aprendamos, por ejemplo, puedes revisar los tutoriales cuando tengas tiempo, solo trata de organizar tu tiempo en familia.</p>
	<p>Si nuestros padres están en teletrabajo, seguramente necesitarán de nuestra ayuda en casa para tener tiempo en familia. Somos un equipo.</p>
	<p>Si tenemos seres queridos enfermos debemos esperar que bajo los cuidados adecuados puedan superar este momento, Y si no los tenemos ya con nosotros atesoremus sus recuerdos y enseñanzas.</p>
	<p>Covid – 19 estará con nosotros por algún tiempo, por ello no debemos temerle, por el contrario vamos a aprender a convivir con el hasta que podamos eliminarlo de la vida de la humanidad.</p>
	<p>Poco a poco vamos a ir retomando nuestras actividades cotidianas, pero siempre cuidando nuestra salud y la de los demás.</p>
	<p>Por el momento COVID-19 ha cambiado nuestras vidas, es importante que nos protejamos por la salud de nuestra familia. Muy pronto estaremos nuevamente juntos y evitaremos que el virus se propague</p>
	<p>El aislamiento puede afectarnos mental y físicamente, pero si realizamos actividades en familia puede ser divertido</p>
	<p>Gracia héroes, debes sentirte orgulloso si tienes un familiar o amigo del equipo de primera línea de defensa contra la pandemia de COVID-19</p>
	<p>¡Vendrán tiempos mejores! A veces las cosas económicamente pueden ser difíciles para nuestros padres y no sabemos cómo ayudarlos, pero tengamos confianza en ellos y que sabrán encontrar la mejor solución.</p>

Tabla 43. Alcody, recomendaciones Covid-19 (fuente: Ocaña et al., 2020)

#### 4.- “Incrementar los niveles de conocimiento, satisfacción y motivación en los niños al momento aprender a programar”

En la práctica realizada con los 137 estudiantes de entre 10 y 12 años, durante diez meses se comprobó que pudieron aumentar significativamente sus notas de aprendizaje en un pre-test/post-test sobre programas de entrada / salida, (ver Figura 129) .

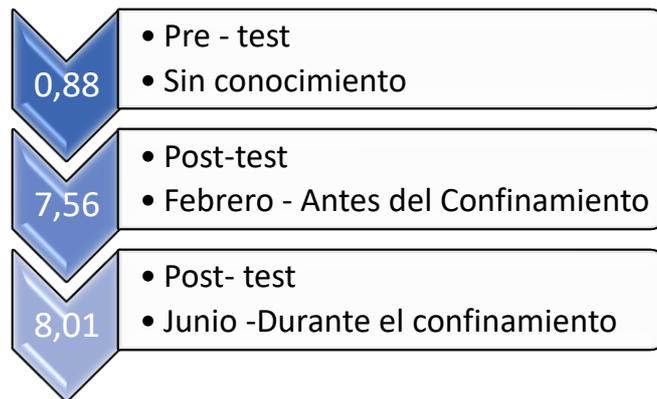


Figura 129. Descripción de incremento significativo de las notas (fuente: elaboración propia)

A partir del análisis de las notas pre-test y post-test durante el confinamiento del **concepto de condición** que solo se explicó en línea, se registró un aumento significativo en la puntuación media de **0,98** a **6,97**.

En cuanto a los **niveles de satisfacción**, se puede concluir que los estudiantes se mostraron altamente satisfechos con Alcode ya que el **95%** de los estudiantes se mostraron satisfechos antes y durante el COVID-19.

En relación con la segunda experiencia donde se trabajó con los estudiantes en la utilización de mindfulness mientras aprendían a programar, el grupo control en el pre-test obtuvo una media de 0,25 y el en post-test 5,34, el grupo test en el pre-test 0,25 y en el post-test 6,99, demostrándose un incremento notable en los dos grupos en especial del grupo que trabajo con la aplicación de mindfulness.

En cuanto a la satisfacción de los estudiantes, los valores de satisfacción del grupo de test fueron significativamente más altos que los del grupo de control. El tamaño del efecto (ver Tabla 28) de 0,41 corresponde a un gran efecto.

En relación con la motivación se observa (ver Tabla 30), las diferencias significativas entre los dos grupos, con  $r = 0,29$ , correspondiente a un efecto intermedio.

## 6.2. Contribuciones

Las principales contribuciones de este trabajo se han pintado de color azul como se puede ver en la Figura 130.

La principal contribución es la propuesta de la metodología **MEDIE\_LECOE**, misma que ha permitido el diseño, evaluación e integración de un Compañero de Aprendizaje emocional para la enseñanza de programación como apoyo al campo Interacción Persona-Ordenador. Con esta metodología cualquier profesor, educador o investigador podrá aplicar la metodología y trabajar como Compañero de Aprendizaje.

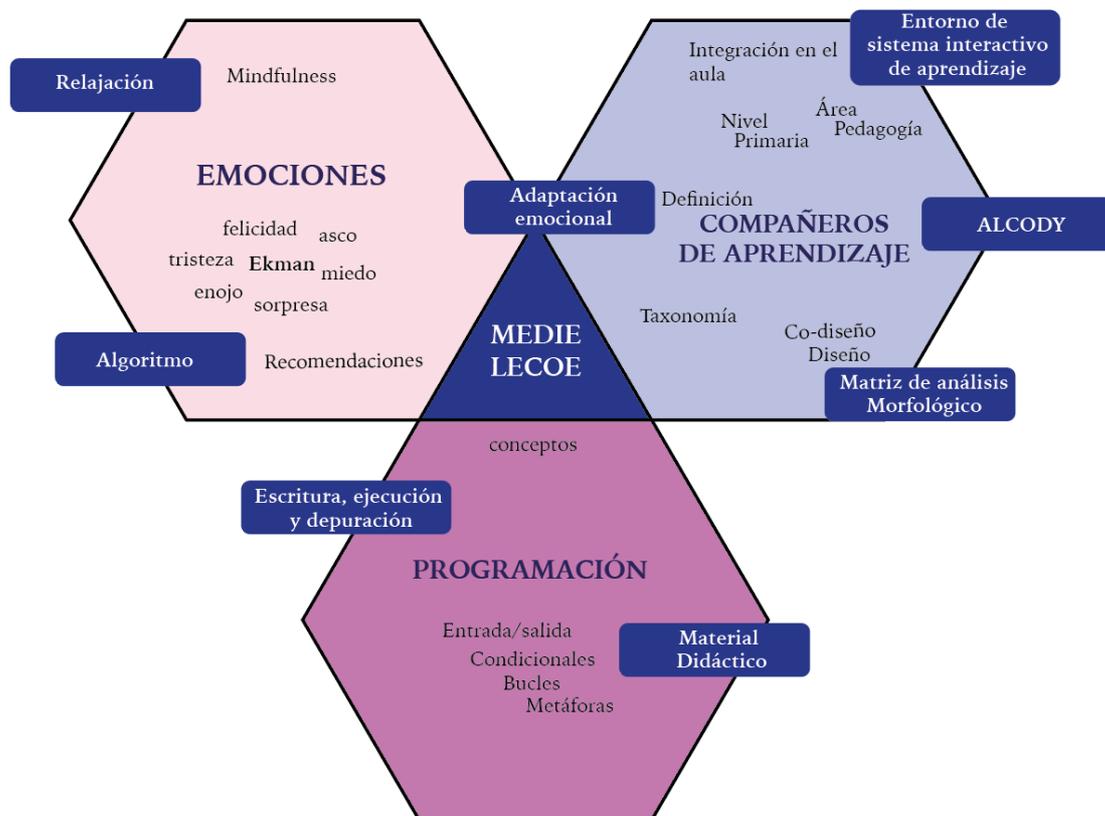


Figura 130. Integración de metodología MEDIE\_LECOE – Contribuciones (fuente: elaboración propia)

En relación con el desarrollo del sistema interactivo de aprendizaje se ha considerado la adaptación del entorno de aprendizaje.

Para la adaptación en el área cognitiva y emocional “ítem 4.5 fase 5” se toma información de la fase del Diseño y codiseño estableciéndose un análisis de contenidos que generó una matriz de análisis morfológico (ver Sección 4.3), que dio como resultado a Alcody.

Para la enseñanza de programación se ha trabajado en la interfaz y motor de escritura, ejecución y depuración. Como apoyo a la enseñanza de programación se ha desarrollado material didáctico que puede ser invocado por los estudiantes cuando lo requieran como se describe en la Subsección 5.5.3.

En relación al software para enseñar programación con un sistema de tutoría afectiva EasyLogic (3.13.11) y Jeppy (3.3.1.4), Alcody como sistema interactivo de enseñanza de programación se diferencia porque permite aprender programación mediante la **escritura de pseudocódigo**, maneja **seis emociones** y emite recomendaciones para motivar a los niños a llegar a un estado emocional óptimo.

Para la gestión de emociones se ha establecido una actividad de relajación integrada para que se ejecute al inicio de cada clase. Esto causa en los estudiantes un estado de concentración previo al inicio de aprendizaje de programación como se describe en la Subsección 5.5.4.

Finalmente, para el manejo de las emociones se ha desarrollado un algoritmo que identifica la emoción inicial y emite una recomendación relacionada a la emoción identificada como se describe en la Subsección 4.5.4.

### 6.3. Trabajo Futuro

- Como trabajo futuro, la intención es seguir trabajando en los mecanismos automáticos de detección de emociones, explorando el posible uso y desarrollo de APIs como la de Google que detecte por medio de la cámara las emociones. El trabajo realizado ha validado que es un factor importante y se necesita más investigación sobre cómo integrar la gestión de las emociones con reconocimiento de gestos faciales y corporales en la enseñanza de la programación a los niños.
- Además, se quiere continuar con la integración de actividades de mindfulness, que permita controlar la ansiedad, la frustración cuando los niños están aprendiendo a programar mejorando su concentración, puntuación, satisfacción y motivación al usar un Compañero de Aprendizaje emocional.
- Continuar trabajando en actividades orientadas a la gamificación como mecanismo motivacional y reforzador orientado al aprendizaje de programación.

## REFERENCIAS

- Abelson, H., & DiSessa, A. (1981). *Geometría de la tortuga: la computadora como medio para explorar las matemáticas*. Obtenido de <https://mitpress.mit.edu/books/turtle-geometría>
- AbuShawar, B., & Atwell, E. (2015). ALICE Chatbot: Pruebas y resultados. *Computación y Sistemas*, 19(4), 625-632.
- ACARA The Australian curriculum. (2016). [australiancurriculum.edu.au/download/f10](http://www.australiancurriculum.edu.au/download/f10). Obtenido de <http://www.australiancurriculum.edu.au/download/f10>.
- Aczél, Z. (2015). A játékoság mint kulcskompetencia. *Taní-tani Online*. [go.gl/WexpnW](http://go.gl/WexpnW).
- Ackermann, E. (2001), Piaget's constructivism, Papert's constructionism: what's the difference. *Future Learn Group Publication*, 5(3),438.
- Adam, C., Cavedon, L., & Padgham, L. (2010). "Hello Emily, how are you today?"- Personalized dialogue in a toy to engage children. In *Proceedings of the 2010 Workshop on Companionable Dialogue Systems* (pp. 19-24).
- Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3) 365–377.
- Aguiar, E., Tarouco, L., & Reategui, E. (2014). Apoyar la resolución de problemas en matemáticas con un agente conversacional capaz de representar el conocimiento de los estudiantes superdotados. *47ª Conferencia Internacional de Hawái sobre Ciencias*, (pp. 130-137). IEEE.
- Apiola, M., & Tedre, M. (2012). New perspectives on the pedagogy of programming in a developing country context. *Computer Science Education*, 22(3),285–313.
- Arévalo, C., & Solano, L. (2013). Patrones de Comportamiento de Estudiantes de Programación al Utilizar una Herramienta de Visualización de Protocolos Verables. *8va Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje y Tecnologías de Aprendizaje*. LACLO .
- Atkinson, T., Cantillon, B., Marlier, E., & Nolan, B. (2002). Indicadores sociales: la UE y la inclusión social.
- Arango, M. (2007). Regulación emocional y competencia social en la infancia. *En Perspectivas en psicología* (págs. 349 - 364). Diversitas.
- Arroyo, I., Woolf, B., Cooper, D., Burleson, W., & Muldner, K. (2011). The impact of animated pedagogical agents on girls' and boys' emotions, attitudes, behaviors and learning. In *2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 506-510). IEEE.
- Arfé, B., Vardanega, T. and Ronconi, L. (2020). The effects of coding on children's planning and inhibition skills. *Computers & Education*, 148, 103807.

- Ausubel, D. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. *Grune y Stratton*.
- Bailenson, J., & Yee, N. (2005). Digital chameleons: automatic assimilation of nonverbal gestures in immersive virtual environments. *Psychol. Sci*,16(10), 814–819.
- Barradas, R., Lencastre, J. A., Soares, S., & Valente, A. (2020). Developing computational thinking in early ages: a review of the code. org Platform.
- Baylor, A., & Kim, Y. (2005). Simulating instructional roles through pedagogical agents. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 95-115.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal Technology & Design Education*, 19(3), 289-307.
- Beal, C. (1994). *Boys and girls: The development of gender roles*. (pp.169-173). New York: McGraw-Hill.
- Belpaeme, T., Van den Berghe, R., Bergmann, K., Göksun, T., De Haas, M., Kanero, J., Papadopoulos, F. (2018). Guidelines for designing social robots as second language tutors. *International Journal of Social Robotics*, 10(3), 325-341.
- Bell, T., Witten, I., & Fellows, M. (2002). *Computer Science Unplugged - un programa de enriquecimiento y extensión para niños en edad primaria*. Obtenido de csunplugged.org : <http://csunplugged.org/>.
- Benton, L., Hoyles, C., Kalas, I., & Noss, R. (2017). Bridging Primary Programming and Mathematics: some findings of design research in England. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 115-138.
- Berger, P., & Luckmann, T. (1967). The social construction of reality. NY, *Garden City: Anchor Books*.
- Beran, T., Ramirez-Serrano, A., Kuzyk, R., Fior, M., & Nugent, S. (2011). Understanding how children understand robots: Perceived animism in child–robot interaction. . *International Journal Human-Computer Studies*, 69(7-8), 539-550.
- Betancur, D., Moreno, J., & Ovalle, D. A. (2009). Modelo para la recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(1), 45-56.
- Beverly, I., Woolf, P., Cooper, D., & W, K. (2011). The Impact of Animated Pedagogical Agents on Girls’ and Boys’ Emotions, Attitudes, Behaviors and Learning. *En 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 506-510). IEEE.
- Bisquerra, R. (2000). Educación emocional y bienestar. Barcelona: Praxis
- Bloom, B. (1984). The 2 Sigma Problem: the search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*,13(6), 4-16.

- Briggs, T. (2005). Techniques for active learning in CS courses. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 12(2), 156-165.
- Brackmann, C., Barone, D., Casali, A., Boucinha, R., & Muñoz-Hernández, S. (2016). Computational thinking: Panorama of the Americas. In *2016 international symposium on computers in Education (SIIE)* (pp. 1-6). IEEE.
- Bown, K, Ryan, R. (2003), The benefits of being present: the role of mindfulness in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84, 822-848.
- Bruner, J. S. (1966 ). Towards a theory of instruction. Londres: Cambridge: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1997). La educación, puerta de la cultura. Madrid: *Visor*, 63-83.
- Bozorgmanesh, M., Sadighi, M., Nazarpour, M., & Branch, D. (2011). Increase the efficiency of adult education with the proper use of learning styles. *Nature and Science*, 9 (5), 140-145.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education-Implications for policy and practice. *Joint Research Centre (Seville site)*.
- Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860.
- Buffum, P., Boyer, K., Wiebe, E., Mott, B., & Lester, J. (2015). Mind the gap: improving gender equity in game-based learning environments with learning companions. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 64-73). Springer, Cham.
- Butt, T., & Burr, V. (2004). *Invitation to personal construct psychology 2nd ed.* Wiley.
- Bučková, H., & Dostál, J. (2017). Modern approach to computing teaching based on Code. org. In *10th International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI2017* (págs. 5091-5096).
- Cabada, R., Estrada, M., Garcia, C., & Pérez. (2012). Fermat: merging affective tutoring systems with learning social networks. In *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 337-339). IEEE.
- Calvo, I., Cabanes, I., Quesada, J., & Barambones, O. (2017). A multidisciplinary PBL approach for teaching industrial informatics and robotics in engineering. *IEEE Transactions on Education*, 61(1), 21-28.
- Canaleta, X., Sánchez Carracedo, F., Jacob, I., Velázquez, Á., & Marques, M. (2014). Declaración AENUI-CODDII por la inclusión de asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza

secundaria y bachillerato. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática* (20es: 2014: Oviedo).

Cassell, J. (2000). Embodied conversational interface agents. *Communications of the ACM*, 43(4), 70-78.

Cassell, J. (2001). Embodied conversational agents: representation and intelligence in user interfaces. *AI Magazine*, 22(3), 67 - 83.

Celis R & Rodríguez, M., (2016). Constructivismo y construccionismo social en psicoterapia: Una perspectiva crítica. Bogotá: Manual Moderno.

Chambliss, J. J. (1996). History of philosophy of education. *Philosophy of education: An encyclopedia*, 461-72.

Chan, T., & Baskin, A. (1988). Studying with the prince: The computer as a learning companion. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp.194–200). Montreal, Canada: ITS'88

Chaudhuri, S., Kumar, R., Joshi, M., Terrell, E., Higgs, F., Alevin, V., & Rosé, C. (2008). It's not easy being green: Supporting collaborative "green design" learning. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 807-809). Springer, Berlin, Heidelberg.

Chase, C., Chin, D., Opezzo, M., & Schwartz, D. (2009). Teachable agents and the protégé effect: Increasing the effort towards learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 334-352.

Chiesa, A., & Serretti, A. (2009). Mindfulness-based stress reduction for stress management in healthy people: a review and meta-analysis. *The journal of alternative and complementary medicine*, 15(5), 593-600.

Campe, S., & Denner, J. (2015). Programming games for learning: A research synthesis. *Paper presented at the annual meeting of the American educational research association*. Chicago IL.

Castillejo, M. M., & Barrientos, A. M. (2007). El sistema GRADE para la toma de decisiones clínicas y la elaboración de recomendaciones y guías de práctica clínica. *Atención primaria*, 39(9), 457–460.

Chang, Wen-Chih, & Chou, Y.-M. (2008). Introductory C programming language learning with game-based digital learning. En *In Advances in Web Based Learning-ICWL* (págs. 221-231.). Springer: Berlin Heidelberg.

Checa, R. (2011,). La innovación metodológica en la enseñanza de la programación: una aproximación pedagógica al aprendizaje activo en la asignatura Fundamentos de Programación. *Revista Interfases*, (004), 67-87.

Chen, N. S., Quadir, B., & Teng, D. C. (2011). A Novel approach of learning English with robot for elementary school students. In *International Conference on*

- Technologies for E-Learning and Digital Entertainment* (pp. 309-316). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Chesñevar, C. (2000). Utilización de los mapas conceptuales en la enseñanza de la programación. *Material en formato digital, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. Argentina.*
- Chou, C. Y., Chan, T. W., & Lin, C. J. (2003). Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents. *Computers & Education*, 40(3), 255-269.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.
- Converging perspectives: product development research for the 1990s. *Design Management Journal (Former Series)*, 3(4), 49-54.
- Cruz-Flores, R., & López-Morteo, G. (2007). Framework para aplicaciones educativas móviles (M-Learning): un enfoque tecnológico-educativo para escenarios de aprendizaje basados en dispositivos móviles. México: Instituto de Ingeniería Mexicali.
- CS4RI. (2016). Obtenido de Computer Science for Rhode Island: <http://www.cs4ri.org/>
- Damasio, A. (1996). *El error de Descartes: la emoción, la razón y el cerebro humano*. Barcelona: Crítica.
- Dann, W. P., Cooper, S., & Randy, P. (2008). *Learning to program with Alice. Brief Edition*. Prentice Hall Press.
- Darwin, Ch (1872): *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, anniversary ed., P. Ekman, Ed.
- Dempsey, J., Lucassen, B., Haynes, L., & Casey, M. (1997). An exploratory study of forty computer games. *University of South Alabama, Mobile, AL*
- Delcker, J., & Ifenthaler, D. (2017). Computational thinking as an interdisciplinary approach to computer science school curricula: A German perspective. *In Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 49-62). Springer, Cham.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”,. *Memorias del 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, (pp. 9–15).
- Diaper, D. (1989). The discipline of human-computer interaction en *Interacting with computers*, núm. 1, vol. 1.
- Donchev, I. & Todorova. (2013). Training in Object-Oriented Programming and C++ 11. *Computer and Information Science*, 6(2), 84-92.

- Druin, A., Bederson, B., Boltman, A., Miura, A., D, K.-C., & Platt, M. (1999). Children as our technology design partners. *The design of children's technology*, 51–72.
- Ekman, P., & Friesen, W. (1978). Facial action coding system: a technique for the measurement of facial movement. *Palo Alto*, 3(2), 5.
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *science*, 221(4616), 1208-1210
- Ekman, P., & Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion: Fundamental questions*. New York: Oxford University Press.
- Evangelopoulou, O., & Xinogalos, S. (2018). Myth Troubles: An Open-Source Educational Game in Scratch for Greek Mythology'. *Simulation & Gaming*, 49(1), 71–91.
- Espinosa, M., Sánchez, F., & Porlán, I. (2008). Producción de material didáctico: los objetos de aprendizaje. *RIED - Revista iberoamericana de educación a distancia*, 11(1), 80-106.
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Resolución de problemas por niños de jardín de infantes de 5 a 6 años en un entorno de programación de computadoras: un estudio de caso. *Computers & Education*, 63, 87-97.
- Fennema, E., Carpenter, T., Jacobs, V., Franke, M., & Levi, L. (1998). A longitudinal study of gender differences in young children's mathematical thinking. *Educational researcher*, 27(5), 6-11.
- Fox, R. (2001). Constructivism examined. *Oxford Review of Education*, 23-35.
- Ford, J. L. (2009). *Scratch programming for teens*. Nelson Education.
- Funke, A., Geldreich, K., & Hubwieser, P. (2017). Análisis de proyectos scratch de un curso introductorio de programación para estudiantes de escuela primaria. *2017 IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON 2017* , (págs. 1229-1236).
- Frozza, R., Silva, A., B, L., Kniphoff, M., & Borin, M. (2009). Dóris 3D: Agente pedagógico baseado em emoções. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 1, No. 1).
- Fryer, L., Ainley, M., Thompson, A., Gibson, A., & Sherlock, Z. (2017). Estimular y mantener el interés en un curso de idiomas: una comparación experimental de Chatbot y Human Task Partners. *Computers in Human Behavior*, 461-468.
- Furber, S. (2012). *Shut down or restart?: The way forward for computing in UK schools*. Royal Society.
- Garay-Vitoria, N., Cearreta, I., & Larraza-Mendiluze, E. (2019). Application of an Ontology-Based Platform for Developing Affective Interaction Systems. *IEEE Access*, 7, 40503-40515.

- García-Peñalvo, F. J. (2016) "A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project," in *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE 16)*, F. J. García-Peñalvo and J. A. Mendes, Eds. USA: IEEE, 2016.
- García-Peñalvo, F. J. (2016). Presentación del proyecto TACCLE3 coding.
- Geldreich, K., Funke, A., & Hubwieser, P. (2016). Un circo de programación para escuelas primarias. *ISSEP 2016*, 49-50.
- Geldreich, K. (2017). Willkommen im programmierzirkus-ein programmierkurs fuer grundschulen. *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt (INFOS'17)*, 327-334.
- Ghose, S., & Barua, J. (2013). Hacia la implementación de un chatbot de lenguaje natural basado en un diálogo específico para un tema como asesor de pregrado. *2013 International Conference on Informatics, Electronics & (ICIEV)* (pp. 1-5). *IEEE*.
- Giannakos, M.(2015), "Reviewing the affordances of tangible programming languages: Implications for design and practice", in: *IDC Workshop Every Child a Coder? Research Challenges for a 5–18 Programming Curriculum*.
- Giambattista, V. (1858). *De Antiquissima Itolorum Sapientia*. Nápoles: Stamperia de`Classici Latini. *Naples. Originally published in, 1710*.
- Glaserfeld, E. (1998). Von Glaserfeld, E. (1998). Cognition, construction of knowledge, and teaching. In *Constructivism in science education* (pp. 11-30). Springer, Dordrecht.
- Goldberg, A., & Kay, A. (1976). Learning to program-difficulties and solutions. In *International Conference on Engineering Education–ICEE* (Vol. 7).
- Gomes, A., & Mendes, A. (2007). Learning to program-difficulties and solutions. In *International Conference on Engineering Education–ICEE* (Vol. 7).
- Griol, D., & Callejas, Z. (2013). Una arquitectura para desarrollar aplicaciones educativas multimodales con chatbots. *Revista internacional de sistemas robóticos avanzados*, 1-15.
- Hassan, Y., Martín Fernández, F. J., & Iazza, G. (2004). Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. *Hipertext. net*, (2).
- Habermas, J. (1987). *Theory of Communicative Action*. Boston, USA: Beacon Press.
- Harvey, B., & Mönig, J. (2010). Bringing "no ceiling" to scratch: Can one language serve kids and computer scientists. *Proc. Constructionism*, 1-10.
- Henry, S. (2000). *Simplemente pregunta: Integración de la accesibilidad en el diseño*. Lulu. com.
- Heidig, S., & Clarebout, G. (2011). Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?. *Educational Research*

*Review*, 6(1), 27-54.

- Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. *IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-9.
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 22-27.
- Hijon-Neira, R., Santacruz-Valencia, L., Perez-Marin, D., & Gomez-Gomez, M. (2017). Un análisis de la situación actual de la programación docente en Educación Primaria. *Simposio Internacional de Computación en la Educación (SIE)*.
- Hromkovic, J. (2012). Einführung in die Programmierung mit LOGO: Lehrbuch fuer Unterricht und Selbststudium, Wiesbaden: Vieweg + Teubner .
- Honebein, P. C. (1996). Seven goals for the design of constructivist learning environments. *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*, 11-24.
- Hubwieser, P., Armoni, M., Giannakos, M. N., & Mittermeir, R. T. (2014). Perspectives and visions of computer science education in primary and secondary (K-12) schools. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2), 1-9.
- Huizinga, J. (2020). Homo ludens . Editora Perspectiva SA.
- Huerta, E. (2014). *La Co-Creación y el Diseño Colaborativo*. Obtenido de [http://www.esdi.es/content/pdf/articuloweb\\_esdi-4\\_ehuerta180913.pdf](http://www.esdi.es/content/pdf/articuloweb_esdi-4_ehuerta180913.pdf)
- Izard, C. (1971). *The Face of Emotion*. Nueva York: Applecon-Century-Crofts.
- Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. *Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences, Loughborough University, UK, Vol 4*, 53–58.
- Johnson, W. Rickel, J. and Lester, J. (2000). “Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments”, *Int. J. Artif. Intell. in Educ.*, 11, 47-78,
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: past, present, and future. *Clinical psychology: Science and practice*, 10(2), 144-156.
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human–Computer Interaction*, 19(1-2), 61-84.
- Kay, A., Rose, K., Ingalls, D., Kaehle, T., Maloney, J., & Wallace, S. (1997). Etoys & SimStories. En *Walt Disney Imagineering* . In Computer Science Books.
- Kay., A. C. (1993. ). The early history of Smalltalk. *History of programming languages II*, 511-598.

- Kafai, Y. (1995). *Mentes en juego: diseño de juegos de computadora como contexto para el aprendizaje de los niños*. Nueva Jersey, EE.UU: L. Erlbaum Associates Inc. Obtenido de Hillsdale: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=527173>
- Kafai, Y. B. (2006). Playing and making games for learning: Instructionist and constructionist perspectives for game studies. *Games Culture*, 1(1), 36–40.
- Kafai, M., & Resnick, Y. (2012). “Introduction”. London, U.K: Routledge.
- Kafai, Y., Burke, Q., & Resnick, M. (2014). *Código conectado: Por qué los niños necesitan aprender a programar*. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/j.ctt9qf8rk>
- Kafai, Y., & Burke, Q. (2015). Constructionist gaming: Understanding the benefits of making games for learning. *Educational psychologist*, 50(4), 313-334.
- Kao, D., & Harrell, D. (2017). . MazeStar: a platform for studying virtual identity and computer science education. *In proceedings of the 12th international conference on the foundations of digital games* (pp. 1-6).
- Kalelioglu, F., & Gulbahar, Y. (2014). The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33-50.
- Kapp, K. (2012). The Gamification of Learning and Instruction. *Game-based methods and Strategies for Training and Education*,9-10.
- Kanemune, S., Shirai, S., & Tani, S. (2017). Informatics and programming education at primary and secondary schools in Japan. *Olympiads in Informatics*, 143-150.
- Kang, Y., Nah, F., & Tan, A. (2012). Investigación de agentes inteligentes en un mundo virtual 3D. *Trigésima Tercera Conferencia Internacional sobre Sistemas de Información*. Orlando.
- Kahn Jr, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Shen, S. (2012). “Robovie, you’ll have to go into the closet now”: Children’s social and moral relationships with a humanoid robot. . *Developmental Psych*, 48(2), 303.
- Khanlari, A. (2013). Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM. In 2013 IEEE 5th conference on engineering education (ICEED) (pp. 62-66). IEEE.
- Kerly, A., Ellis, R., & Bull, S. (2008). Conversational agents in E-Learning. *In International conference on innovative techniques and applications of artificial intelligence* (pp. 169-182). Springer, London.
- Kim, Y. (2005). Pedagogical agents as learning companions: Building social relations with learners. *AIED*, 362–369.

- Kim, Y., & Baylor, A. (2006). A social-cognitive framework for pedagogical agents as learning companions. *Educational technology research and development*, 54(6), 569-596.
- Kim, Y., & Baylor, A. (2006). PALS group: pedagogical agents as learning companions: the role of agent competency and type of interaction. *Educ. Tech. Res. Dev*, 223–243.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R., Doshi, P., & Thai, C. (2015). Robótica para promover el compromiso, el aprendizaje y la enseñanza de STEM de los maestros en formación de educación primaria. *Computers & Education*, 91,14–31.
- Kim, J. A., & Kim, H. J. (2017). Flipped Learning of Scratch Programming with code.org. In *Proceedings of the 2017 9th International Conference on Education Technology and Computers*, (págs. 68-72).
- Kozima, H., & Nakagawa, C. (2007). A robot in a playroom with preschool children: Longitudinal field practice. In *RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 1058-1059). IEEE.
- Kumar, R., & Rosé, C. (2011). Architecture for building conversational agents that support collaborative learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*,4(1), 21-34.
- Kumar, R., Beuth, J., & Rosé, C. (2011). Conversational strategies that support idea generation productivity in groups. *Connecting Computer-Supported Collaborative Learning to Policy and Practice: CSCL*, 398-405.
- Kumar, A. (2015). Solving code-tracing problems and its effect on code-writing skills pertaining to program semantics. In *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 314-319).
- Kucuk, S., & Sisman, B. (2017). Patrones de comportamiento de estudiantes y maestros de primaria en la instrucción de robótica uno a uno. *Computadoras y educación*, 31–43.
- K-12 Computer Science Framework. (2016). *K-12 Computer Science Framework*. Obtenido de <http://www.k12cs.org>
- Krämer, N., & Bente, G. (2010). Personalizing e-Learning. *The social effects of pedagogical agents. Educ. Psychol. Rev*, 22(1), 71–87 .
- Kulik, J., & Fletcher, J. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of educational research*, 86(1), 42-78.
- The art of creating subjective reality: an analysis of Japanese digital pets. *Leonardo*, 34(4), 299-302.
- Lamata Cotanda, R., & Domínguez Aranda, R. (2003). La

- construcción de procesos formativos en educación no formal. 78.
- Ledoux, J. (1999). *El cerebro emocional*, Barcelona, *Ariel/Planeta*. Lees J. y Lloyd T.(1994): *Working with Men Who Batter Their Partners: An Introductory Text*. Londres. *Workingwith Men/The B Team Lempp*.
- Leonhardt, M. D. (2005). Doroty: um chatterbot para treinamento de profissionais atuantes no gerenciamento de redes de computadores
- Lee, J., Stiehl, W., Toscano, R., & Breazeal, C. (2009). Semi-autonomous robot avatar as a medium for family communication and education. *Advanced Robotics*, 23(14), 1925–1949.
- Lester, J. C., Converse, S. A., Kahler, S. E., Barlow, S. T., Stone, B. A., & Bhogal, R. S. (1997). The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents. *In Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems* (pp. 359-366).
- Liao, M., Sung, C., Wang, H., Lin, W., & Cherng, F. (2019). Embodying historical learners' messages as learning companions in a VR classroom. *In Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-6).
- Lim, M. (2012). Memory models for intelligent social companions. *In Human-Computer Interaction: The Agency Perspective* (pp. 241-262). Springer, Berlin, Heidelberg..
- Llorens Largo, F. (2015). Dicen por ahí... que la nueva alfabetización pasa por la programación.
- Lomas, T., Medina, J., Ivtzan, I., Rupprecht, S., & Eiroa-Orosa, F. (2017). The impact of mindfulness on the wellbeing and performance of educators: A systematic review of the empirical literature. *Teaching and Teacher Education*, 61,132–141.
- López-Silva, P. (2013) “Realidades, Construcciones y Dilemas: Una revisión filosófica al construccionismo social”, *Cinta de Moebio*, (46), 9-25. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2013000100002>.
- Lóres, J., Granollers, T., & Lana, S. (2002). Introducción a la interacción persona - ordenador . *Universitat de Lleida*, 10 -41.
- Luckmann, T. & Berger, P. L. (2001). *La construcción social de la realidad*. Madrid: Amorrortu Editores.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 10(4), 1-15.
- Martinez, M., 2018. *¿Robots que nos acompañan para leer?*. [online] La piedra de Sísifo. Available at: <<https://lapiedradesisifo.com/2018/08/27/robots-que-nos-acompanan-para-leer/>> [Accessed 28 May 2021].

- Mathieu, M. J. (2014). *Introducción a la programación*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Martí-Parreño, J., Queiro-Ameijeiras, C. M.-I., & Giménez-Fita, E. (2015). El uso de la gamificación en la educación superior: el caso de Trade Ruler. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: Aprendizaje experiencial*, (págs. 95- 102).
- Mazzoni, E.; Benvenuti, M. (2015). *A robot-partner for preschool children learning english using socio-cognitive conflict*. *Educational Technology & Society*, 18(4), 474–485.
- Meiklejohn, J., Phillips, C., Freedman, M., Griffin, M., Biegel, G., Roach, A., & Saltzman, A. (2012). Integrating Mindfulness Training into K-12 Education: Fostering the Resilience of Teachers and Students. *Mindfulness* , 291–307.
- Mencía, B. L. (2011). *Agentes animados personificados en sistemas interactivos: Diseño y evaluación* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).
- Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G., & Balogh, R. (2016). *Robotics in education: Research and practices for robotics in STEM education* (Vol. 457). Springer.
- MIT Media Lab. (2003). *MIT Media Lab*. Obtenido de About Scratch: <http://scratch.mit.edu/about/>,
- McGonigal, J. ( 2011). *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. *Penguin Books*.
- Moser, R. (1997). A fantasy adventure game as a learning environment: Why learning to program is so difficult and what can be done about it. *In Proceedings of the 2nd conference on Integrating technology into computer science education* (pp. 114-116).
- Mohanty, A. (2016). Affective pedagogical agent in e-learning environment: A reflective analysis. *Creative Education*, 7(4),586.
- Morales Urrutia, E. K., Tamayo-Moreno, S., Ocaña, J. M., & Pérez-Marín, D. (2017). A first proposal of Pedagogic Conversational Agents to develop Computational Thinking in children. *In Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1-6).
- Morales-Urrutia, E., Ocaña, J., Aguirre, J., & Pérez-Marín, D. (2019). Interfaz de usuario enfocado en el co-diseño con niños. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 147-160.
- Morales-Urrutia, E. K., Ch, J. M. O., Pérez-Marín, D., & Pizarro-Romero, C. (2020, July).

- Promoting learning and satisfaction of children when interacting with an emotional companion to program. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 220-223). Springer, Cham
- Morales-Urrutia, E.K., Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2020). ¿ Pueden los niños aprender a programar usando un entorno de programación basado en texto con un agente compañero?. *Informatica Educativa Comunicaciones*, 32(32).
- Morales-Urrutia, E. K., Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2021). Can mindfulness help Primary Education students to learn how to program with an emotional learning companion?. *IEEE Access*, 9, 6642-6660.
- Moreno-Leon, J., Robles, G., & Roman-Gonzalez, M. (2017). Towards data-driven learning paths to develop computational thinking with scratch. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 8(1), 193-205.
- Naps, e. a. (2002). Exploring the role of visualization and engagement in computer science education. In *Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education* (pp. 131-152).
- Norman, D. A. (1998). *The invisible computer: why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*. MIT press.
- Ocaña, J. M., Morales-Urrutia, E. K., Pérez-Marín, D., & Pizarro, C. (2020). Can a learning companion be used to continue teaching programming to children even during the COVID-19 pandemic?. *IEEE Access*, 8, 157840-157861.
- Oddie, A., Hazlewood, P., Blakeway, S., & Whitfield, A. (2010). Introductory problem solving and programming: Robotics versus traditional approaches. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 9(2), 1-11.
- Oldenburg, R., Rabel, M., & Schuster, J. (2012). *A Turtle's Genetic Path to Object Oriented Programming*. Obtenido de Proceedings to Constructionism: <http://constructionism2012.etl.ppp.uoa.gr/-pid=31.htm>
- Ouahbi, I., Kaddari, F., Darhmaoui, H., Elachqar, A., & Lahmine, S. (2015). Aprender conceptos básicos de programación mediante la creación de juegos con un entorno de programación desde cero. *Procedia - Ciencias sociales y del comportamiento*, 1479-1482.
- Özgür, A., Lemaignan, S., Johal, W., Beltran, M., Briod, M., Pereyre, L., & Dillenbourg, P. (2017). Cellulo: Versatile handheld robots for education. In 2017 12th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI) (pp. 119-127). IEEE.
- Orfanakis, V., & Papadakis, S. (2014). A new programming environment for teaching programming. A first acquaintance with Enchanting. *Proceedings of the 2nd international virtual Scientific Conference Scieconf 2014*. Slovakia: EDIS - University of Zilina.

- Orfanakis, V., & Papadakis, S. (2016). Teaching basic programming concepts to novice programmers in secondary education using Twitter, Python, Arduino and a coffee machine. In Hellenic conference on innovating STEM education (HISTEM) (pp. 16-18).
- Ortiz, L., Aristizabal, A., & Caraballo, F. (2016). Software de diagramado de UML: Definición de criterios de accesibilidad necesarios para la construcción de diagramas por usuarios con limitación visual. *DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA*, 533.
- Palmér, H. (2017). Programación en preescolar, con un enfoque en el aprendizaje de las matemáticas. . *Investigación internacional en educación de la primera infancia*, 8(1),75–87.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., Orfanakis, V., & Zaranis, N. (2014). Novice programming environments. Scratch & app inventor: a first comparison. *In Proceedings of the 2014 workshop on interaction design in educational environments* (pp. 1-7).
- Papalia, D., Wendkos, S., & Duskin, R. (2007 ). *Desarrollo Humano*. Novena Edición, ed. Graw Hill México. México.
- Papavlasopoulou, S., Sharma, K., & Giannakos, M. (2018). How do you feel about learning to code? Investigating the effect of children's attitudes towards coding using eye-tracking. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 50-60.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.
- Papert, S. a. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.
- Papert, S. (1999). What is Logo? Who needs it. *Logo philosophy and implementation*, 4-16.
- Parmaxi, P., Zaphiris, E., Michailidou, S., Papadima-Sophocleous, & Loannou, A. (2013). Introducing new perspectives in the use of social technologies in learning: social constructionism. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 554-570). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Pérez-Marín, D. (2010). Uso de agentes conversacionales pedagógicos en sistemas de aprendizaje híbrido (b-learning). *Actas del IV Semin. Investig. en Tecnol. la Inf*, 79, 94.
- Perez - Marín, D. (2015). Tecnología de la información y las comunicaciones. *De Gruyter Open Polonia*.

- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, H., Martín-Lope, M. (2018). "A methodology proposal based on metaphors to teach programming to children", *IEEE RITA*, 13(1), 46-53.
- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, R., Bacelo, A., & Pizarro, C. (2020). Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and scratch to teach computer programming to children?. *Computers in Human Behavior*, 105, 105-849.
- Perez, Julieto E; Dinawanao, Dante D; Tabanao, Emily S.(2020) JEPPY: An Interactive Pedagogical Agent to Aid Novice Programmers in Correcting Syntax Errors. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 11(2), 2020. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110207>
- Pérez Narváez , H.O. and Roig-Vila, R. (2015) Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador, *Revista De Educación a Distancia (RED)* 46, <https://revistas.um.es/red/article/view/24030>,
- Piaget, J. (1971). *Psychology and epistemology: towards a theory of knowledge*. Grossman, New York: Viking.
- Piaget, J. (1980). Teoría del desarrollo cognitivo de Piaget. *Creative Commons Attribution-Share Alike*, 3, 1-13.
- Picard, R. (1997). *Affective computing*. MIT Press.
- Pillette, L., Jeunet, C., N'Kambou, R., N'Kaoua, B., & Lotte, F. (2019). Towards artificial learning companions for mental imagery-based brain-computer interfaces. *arXiv preprint arXiv:1905.09658*.
- Pineda-Corcho, A. (2014). Modelo tecno-pedagógico basado en ludificación y programación competitiva para el diseño de cursos de programación. *Ingeniería de Sistemas e Informática*.
- Preece, J., & Rombach, H. (1994). A taxonomy for combining software engineering and human-computer interaction measurement approaches: towards a common framework. *International journal of human-computer studies*, 41(4), 553-583.
- Prendes, M. P. (2003). Diseño de cursos y materiales para teleenseñanza. *Revista Tecnología en Marcha*, 17(3), pp.111-132
- Prensky, M (2007). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- Price, C., & Price-Mohr, R. (2018). Stories children write while coding: a cross-disciplinary approach for the primary classroom. *Cambridge Journal of Education*, 48(6), 735-747.

- Pukánszky B., N. A. (1996). Neveléstörténet. *Nemzeti Tankönyvkiadó*.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 60–67.
- Resnick, M. (2012). *Let's teach kids to code*. Obtenido de [http://www.ted.com/talks/mitch\\_resnick\\_let\\_s\\_teach\\_kids\\_to\\_code.html](http://www.ted.com/talks/mitch_resnick_let_s_teach_kids_to_code.html)
- Resnick, M. (2013). *Learn to Code, Code to Learn*. Retrieved from: <https://www.edsurge.com/news/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn>
- (Ribeiro, R. (2013). *Chicago makes computer science a core subject*. Obtenido de EdTech Magazine: Retrieved from: <http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2013/12/chicago-makes-computer-science-core-subject>.
- Roa Seilerm, N. (2016). Designing interaction strategies for companions interacting with children. In *Emotions, Technology, and Design* (pp. 129-168). Academic Press.
- Robb K (2015), Rueda de sentimientos. FriedTechnology. Recuperado 20 de mayo de 2021.
- Rodríguez Diéguez, J. L. (1988). Las metáforas en la enseñanza. *Enseñanza & Teaching, Revista interuniversitaria de didáctica, Universidad de Salamanca*, 223–240.
- Rogalski, J. & Samurcay (2010). Task analysis and cognitive model as a framework to analyse environments for learning programming. In *Cognitive models and intelligent environments for learning programming* (pp. 6-19). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ruíz, V., & Sánchez, V. (2012). Constructivismo, construccionismo y robótica. *Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos*.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.
- Ruijgrok, P., Crane, R., & Dorjee, D. (2018). Impact of mindfulness-based teacher training on MBSR participant well-being outcomes and course satisfaction. *Mindfulness*, 9(1), 117-128.
- Sastoque, S., Narváez, C., & Garnica, G. (2016). Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Centradas en el Usuario. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 12, 314-324
- Sáez-López, J., Sevillano-García, M., & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 1405-1425.

- Sadanand, R. J. (2016). Virtual experiments for integrated teaching and learning of robot mechanics using RoboAnalyzer. In *CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future* (pp. 59-68). Springer, New Delhi.
- Sánchez-Ledesma, F., Ortiz, O., & Pastor, J. (2013). Aprendizaje de los lenguajes de programación en la educación universitaria a través de dispositivos móviles. *VI Jornadas de Introducción a la Investigación de la UPCT*, (págs. 100–102).
- Sanders, E. B. N. y Stappers, P. J. (2014). Probes, toolkits and prototypes: three approaches to making in codesigning. *En CoDesign*, 5-14.
- Sandu, A. (2016). Social construction of reality as communicative action. Cambridge Scholars Publishing.
- Santos, C., Frozza, R., Dahmer, A., & Gasparly, L. (2002). DORIS—pedagogical agent in intelligent tutoring systems. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 91-104). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sastoque, S., Narváez, C., & Garnica, G. (2016) Sastoque, S., Narváez, C., & Garnica, G. (2016). Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Centradas en el Usuario. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 12, 314-324.
- Schroeder, N., Adesope, O., & Gilbert, R. (2013). How effective are pedagogical agents for learning? A meta-analytic review. *Journal of Educational Computing Research*, 49(1), 1-39
- Segal, L. ( 1986 ). Soñar la realidad: el constructivismo de Heinz von Foerster. España: Paidós.
- Sentance, S., Waite, J., & Kallia, M. (2019). La enseñanza de la programación informática con PRIMM: una perspectiva sociocultural. *Computer Science Education*, 29(2-3), 136-176.
- Segre, S. (2016). Social constructionism as a sociological approach. *Human Studies*, 39(1), 93-99.
- Serafini, G. (2011). La programación de la enseñanza en las escuelas primarias: visiones, experiencias y perspectivas de investigación a largo plazo. En P. I. 2011.
- Seraj, M., Katterfeldt, E. S., Bub, K., Autexier, S., & Drechsler, R. (2019). Scratch and Google Blockly: How Girls' Programming Skills and Attitudes are Influenced. In *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 1-10).
- Serrano, J. M., & Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27.
- Shaw, A. (1996). Social constructionism and the inner city: Designing environments for social development and urban renewal. In *Constructionism in practice* (pp. 193-224). Routledge.

- Shimada, M., Kanda, T., & Koizumi, S. (2012). How can a social robot facilitate children's collaboration?. In *International Conference on Social Robotics* (pp. 98-107). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Slany, W. (2014). Tinkering with Pocket Code, a Scratch-like programming app for your smartphone. *Proceedings of Constructionism*.
- Smith, D. F. (22 de Sept de 2015). *The 'grand experiment' behind NYC schools' new cowawww.cs4ri.orgom*. Obtenido de <http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/09/grand-experiment-behind-nyc-schoolsnew-computer-science-program>
- Soler, Y., & Lezcano, M. (2009). Interfaz basada en mapasconceptuales como apoyo al aprendizaje. *No Solo Usabilidad*, (8).
- Sović, A., Jagušć, T., & Seršić, D. (2014). How to teach basic university-level programming concepts to first graders?. In *Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 1-6).
- Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97-107.
- Szászné, J. (2004). Új módszerek a tanórai környezeti nevelésben in: *Környezeti nevelés a középiskolában. szerk Schróth Ágnes*. Budapest.
- Tamayo-Moreno, S., & Pérez-Marín, D. (2017). Designing and Evaluating Pedagogic Conversational Agents to Teach Children. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 521-526.
- Tegos, S., Demetriadis, S., & Tsiatsos, T. (2014). A configurable conversational agent to trigger students' productive dialogue: a pilot study in the CALL domain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(1), 62-91.
- Tegos, S., & Demetriadis, S. (2017). Conversational agents improve peer learning through building on prior knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 99-111.
- Terzi, A. M., Matos, D. P., Rodríguez, M. L., & Demarzo, M. (2020). Mindfulness en la Educación y Paulo Freire: un abordaje reflexivo. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 24.
- Toh, L. P., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.
- Toniolo-Barrios M., Pitt, L. (2020). "Mindfulness and the challenges of working from home in times of crisis", *Business Horizons*.

- Topalli, D., & Cagiltay, N. (2018). Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch. *Computers and Education, 120*, 64–74.
- Tortello, C. y Becerra, P. C. (2017). ¿Cómo se estudian las emociones en los niños? Técnicas conductuales y fisiológicas para evaluar las respuestas emocionales durante la infancia. *Cuadernos de Neuropsicología, 11*(3), 1-20
- Tovar Santana, A. (2001). El constructivismo en el proceso enseñanza-aprendizaje. Instituto Politécnico Nacional.
- Travis, D. (2011). ISO 13407 is dead. *Long live IDO 9241-210*.
- Tsur, M. (2017). *Scratch Microworlds: introducing novices to scratch using an interest-based, open-ended, scaffolded experience* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Turk, V. (2017), *Entendiendo a la generación Alfa*, [https://www.amic.media/media/files/file\\_352\\_1403.pdf](https://www.amic.media/media/files/file_352_1403.pdf)
- Varney, M., Janoudi, A., Aslam, D., & Graham, D. (2012). Building young engineers: TASEM for third graders in Woodcreek Magnet Elementary School. *IEEE transactions on education, 55*(1), 78-82.
- Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M., & Garrido-Arroy, M. (1 de mayo de 2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED), (46)*.<http://www.um.us/ead/red/46>.
- Valencia, L. M. (2020). Una mirada al diseño emocional como factor de calidad en estrategias didácticas gamificadas: revisión sistematizada. *Nuevas realidades de las ciencias sociales, económicas y administrativas, 21*.
- Velázquez Iturbide, J. A. (Coord.).( 2018) Informe del grupo del trabajo SCIE/CODDII sobre la enseñanza preuniversitaria de la Informática. SCIE, CODDII, Disponible en: <https://www.scie.es/informatica-ensenanza-no-universitaria/>
- Vygotsky, L. (1978). Mind in Society. In *The Development of Higher Psychological Processes* (pp. 345-375). Vol.49, pp : Cambridge, MA:Harvard University Press. Psychology.
- Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. London, Wasington, DC.
- Wei, C., Hung, I., Lee, L., & Chen, N. (2011). A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, 10*(2), 11-23.
- Werbach, K. and Hunter. D. ( 2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton digital press.

- Wilson, A., & Moffat, D. (2010). Evaluating Scratch to Introduce Younger Schoolchildren to Programming. In PPIG (Vol. 1, No. 1, pp. 1-12).
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Willging, P., Astudillo, G., & Bast, S. (2010). Aprender a programar (¿y a pensar?) jugando. *Memorias del congreso de Tecnología en Educativa & Educación en Tecnología (TE&ET)*, (pp.167-176.).
- Wolz, U., Maloney, J., & Pulimood, S. (2008). 'scratch'your way to introductory cs. *In Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education* (pp. 298-299).
- Wong, G., Cheung, H., Ching, E., & Huen, J. (2015) School perceptions of coding education in K-12: A large scale quantitative study to inform innovative practices. *In 2015 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 5-10). IEEE.
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282.
- Xie, T., & Luo, L. (2017). Impacto de los agentes promotores en la finalización de tareas en el mundo virtual. *Revista Internacional de Ingeniería en Línea*, 35-48.
- Yang, T., & Wu, C. (2012). Digital Storytelling for Enhancing Student Academic Achievement. *Critical Thinking, and Learning Motivation a Year-Long Experimental Study* , 59(2), 339-352.
- Yadin, A. (2013). Improve abstract reasoning in computer introductory courses. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 14–20.
- Young, S. H. (2016). *I have been a student of SW education since elementary school.* Obtenido de <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=018&aid=0003472819>
- Yue, W., & Wan, W. (s.f.). La efectividad del juego digital para conceptos introductorios de programación. *Décima Conferencia Internacional de Tecnología de Internet y Transacciones Aseguradas ICITST 2015*, (págs. 421-425).
- Yu-kai, C. (2015). Actionable Gamification—Beyond Points, Badges, and Leaderboards.
- Zatarain Cabada, Ramón. (2018). Reconocimiento afectivo y gamificación aplicados al aprendizaje de Lógica algorítmica y programación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(3), 115-125. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1636>
- Zech, E., Rime, B., & Nils, F. (2004). Social sharing of emotion, emotional recovery, and interpersonal aspects. *The regulation of emotion* , 157 - 185.
- Zenner, C., Herrnleben-Kurz, S., & Walach, H. (2014). Mindfulness-based interventions in schools—a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychology*, 5, 603.

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. Canada: O'Reilly Media.

Zygouris, N, Striftou, A, Dadaliaris, A, Stamoulis, G, Xenakis, A, Vavougiou, D, (2017), The use of LEGO mindstorms in elementary schools. *In 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 514-516). IEEE.

## REFERENCIAS WEB

*Última fecha de consulta: 28 de mayo 2021.*

HTTP1: Portal TACCLE 3 Coding.

<http://www.taccle3.eu/>

HTTP2: Portal Scratch.

<https://scratch.mit.edu>

HTTP3: Interfaz de Snap8.

<https://snap.berkeley.edu/snap/snap.html>

HTTP4: Portal Web Kodable.

<https://www.kodable.com/>

HTTP5: Portal Web Cargobot.

<https://twolivesleft.com/CargoBot/>

HTTP6: Portal Web Lightbotjr.

<http://lightbot.com/>

HTTP7: Portal Web Code.Org

<https://code.org/>

HTTP8: ISO 13407:1999. Human-centred design processes for interactive systems.

HTTP9 ISO 9241-210:2010 - Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centered design for interactive systems.

<https://www.iso.org/standard/77520.html>

HTTP10: Portal web con información relacionada al software kidpad

<http://www.cs.umd.edu/hcil/kiddesign/kidpad.shtml>

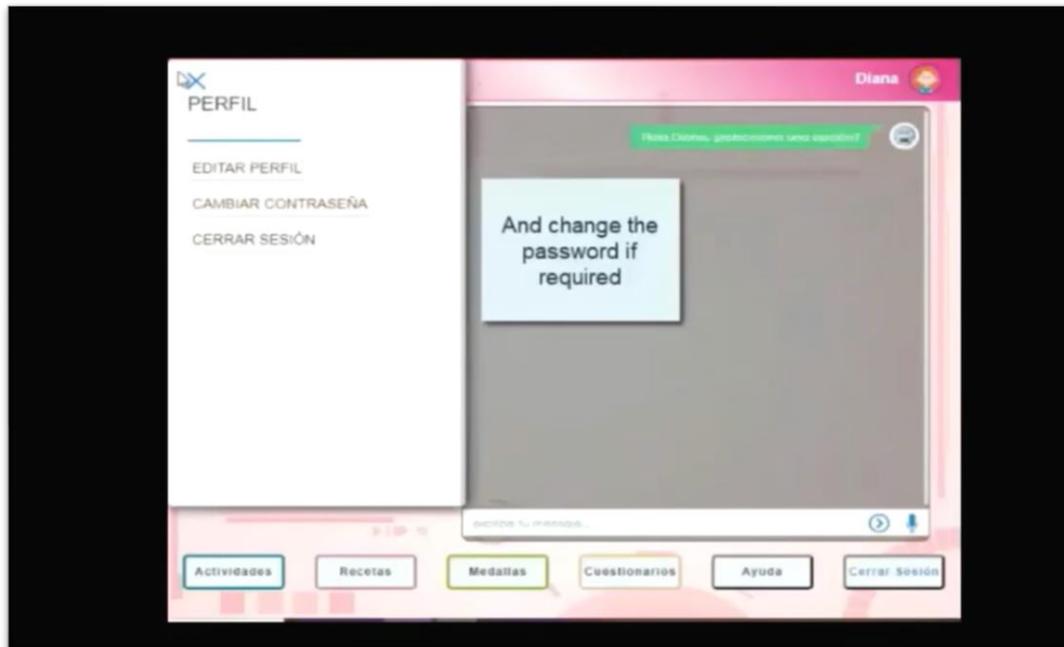
HTTP11: Página de stock de fotos y vectores Freepik.

<https://www.freepik.es/home>

## ANEXO

### MATERIAL GRÁFICO ADICIONAL

VIDEO1: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9178762>



VIDEO 2: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9314156>

