



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Modelo de Aprendizaje Adaptativo de Competencias Laborales y
Habilidades Cognitivas (TIC): Caso Ayuntamiento de Huixquilucan

Tesis

Que como parte de los requisitos

para obtener el Grado de

Doctor en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Raúl Quintanar Casillas

Dirigido por:

Dra. Ma Sandra Hernández López

Querétaro, Qro. a 07 de septiembre de 2023



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Modelo de Aprendizaje Adaptativo de Competencias
Laborales y Habilidades Cognitivas (TIC): Caso
Ayuntamiento de Huixquilucan

por

Raúl Quintanar Casillas

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](#).

Clave RI: IFDCC-300562



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática
Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Título del tema de tesis registrado

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado
Doctor en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Raúl Quintanar Casillas

Dirigido por:

Dra. Ma Sandra Hernández López

Dra. Ma Sandra Hernández López
Presidenta

Dr. Ma. Teresa García Ramírez
Secretario

Dra. Diana Margarita Córdova Esparza
Vocal

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez
Suplente

Dr. José Alberto Rodríguez Morales
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Marzo, 2023
México

Dedicado a:

Raúl Adolfo y Francisco Adrián por ser el motor de mi vida

Yocelin por estar conmigo aún en los momentos más difíciles

Mis padres, mis hermanos, por ser siempre mi guía y estar siempre presentes

Agradecimientos.

A la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Facultad de Informática por brindarme un espacio de aprendizaje y la oportunidad de colaborar con el conocimiento científico.

Al Ayuntamiento de Huixquilucan, por permitirme realizar el proyecto de intervención de esta investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado por la realización de este trabajo y permitirme culminar los estudios de Doctorado.

A los miembros del Comité Tutoral por su paciencia, tiempo, conocimiento y apoyo al presente trabajo de investigación.

Índice.

Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de Figuras.....	ix
Resumen.....	1
Abstract.....	2
1. Introducción.....	4
2. Modelos, Sistemas, Métodos y Técnicas de Aprendizaje Adaptativo (Marco Teórico).....	13
2.1. Modelos y métodos basados en los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman.....	17
2.1.1. Recurso educativo digital adaptativo para la mejora en habilidades cognitivas.....	18
2.1.2. Sistema de aprendizaje adaptativo basado en un modelo laboral.....	20
2.1.3. Sistema de Aprendizaje Adaptativo basado en la metodología de diseño ágil y en el enfoque centrado al estudiante.....	21
2.1.4. Sistema adaptativo basado en reglas para la generación personalizada de un curso virtual.....	23
2.1.5. Marco de trabajo para la inclusión adaptativa en entornos educativos.....	25
2.1.6. Modelo para la identificación de los rasgos cognitivos y es estilo de aprendizaje del estudiante.....	26
2.2. Modelos y sistemas basados en aprendizaje por refuerzo y en análisis de competencias.....	27
2.2.1. Sistema de aprendizaje adaptativo basado en el aprendizaje por refuerzo.....	27
2.2.2. Modelo de detección del estilo de aprendizaje a partir de las habilidades cognitivas del estudiante.....	28
2.2.3. Modelo para el aprendizaje y evaluación adaptativa mediante el análisis de las competencias cognitivas.....	30
2.3. Modelos de aprendizaje adaptativo que incorporan el uso de la realidad virtual (VR).....	32

2.4.	Análisis comparativo de los modelos y sistemas de aprendizaje adaptativo	32
2.5.	Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas al Aprendizaje Adaptativo	35
2.5.1.	Aprendizaje por refuerzo	37
2.5.2.	Redes Neuronales	40
2.5.3.	Redes Neuronales Convolucionales	42
2.5.4.	La lógica difusa y los sistemas de inferencia.	43
2.5.5.	La lógica difusa en los sistemas de aprendizaje adaptativo.	54
2.5.6.	La evaluación automática de ensayos (AES).	56
3.	El ambiente de servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan (Antecedentes)	63
3.1.	La capacitación	63
3.2.	La efectividad	65
3.2.1.	La efectividad laboral en la administración pública municipal	68
3.2.2.	La efectividad laboral y la capacitación en el Ayuntamiento de Huixquilucan	70
3.3.	Los perfiles de puesto de los servidores públicos	86
4.	Hipótesis	90
4.1.	Supuesto	90
4.2.	Hipótesis cierta	90
4.3.	Hipótesis nula	90
5.	Objetivos	92
5.1.	Objetivo General	92
5.2.	Objetivos específicos	92
6.	Metodología	94
6.1.	Línea de investigación	94
6.2.	Tipo de investigación	94
6.3.	Diseño de investigación	95
6.4.	Población	95
6.5.	Muestra	96
6.6.	Procedimiento de Intervención	97
6.6.1.	Técnicas e instrumentos	98

6.6.2.	Fase I: Inicial	101
6.6.3.	Fase II: Final	109
7.	Resultados y Discusión	113
7.1.	Fase I: Inicial.....	114
7.1.1.	Módulo del aprendiz (MAP).....	114
7.1.2.	Módulo del objeto de aprendizaje (MOA).....	120
7.1.3.	Módulo de adaptabilidad	128
7.2.	Fase II: Final	135
7.2.1.	Integración de elementos: Proceso de ASPIRADO.....	135
7.2.2.	Desarrollo y aplicación de secuencias didácticas.....	139
7.2.3.	Evaluación del desempeño del aprendiz.....	140
7.2.4.	Evaluación la efectividad laboral	165
7.3.	Discusión.	168
8.	Conclusiones.....	178
	Referencias bibliográficas	184
	Anexo I.....	193
	Anexo II.....	199
	Anexo III.....	207
	Anexo IV	224

Índice de tablas.

Tabla 2.1 Matriz bibliográfica - Artículos científicos sobre Modelo o Sistema de Aprendizaje Adaptativo evaluados.....	17
Tabla 2.2. Analogía entre una neurona biológica y una neurona artificial.....	41
Tabla 2.3 Operadores lógicos certeros y difusos	45
Tabla 2.4 Operaciones lógicas en conjuntos certeros	48
Tabla 2.5 Operaciones lógicas en conjuntos difusos	49
Tabla 2.5 Modus Ponens Difuso	50
Tabla 2.6. Diferentes dimensiones de calidad de los ensayos	57
Tabla 2.7: Rendimiento de los sistemas AES de última generación en corpus de evaluación de uso común.	59
Tabla 3.1. Diferencias entre eficiencia y eficacia	67
Tabla 3.2. Cuadro Comparativo sobre el cuerpo teórico de la efectividad.....	67
Tabla 6.1. Matriz de alineamiento objetivos-instrumentos de investigación.....	100
Tabla 6.2. Registro de documentos relacionados con el desempeño o efectividad laboral.....	102
Tabla 6.3. Registro de hallazgos.....	104
Tabla 6.4. Estructura de la matriz bibliográfica utilizada en el Marco Teórico (Capítulo 3)	104
Tabla 6.5. Estructura de la matriz analítica utilizada en el Marco Teórico (Anexo I)	105
Tabla 6.6. Registro de fuentes de información relacionada con los perfiles de puesto y evaluación de desempeño individual.....	105
Tabla 6.7. Registro de hallazgos (comparativo).....	106
Tabla 7.1. Fragmento de la tabla (<i>dataset</i>) test_grades	116
Tabla 7.2 Perfil cualitativo de los estudiantes que presentaron valores atípicos .	119
Tabla 7.3 Perfil cuantitativo de los estudiantes que presentaron valores atípicos	119
Tabla 7.4. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Memoria	121
Tabla 7.5. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Concentración	121
Tabla 7.6. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Percepción	121

Tabla 7.7. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Razonamiento	121
Tabla 7.8. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Memoria	122
Tabla 7.9. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Concentración	123
Tabla 7.10. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Percepción	123
Tabla 7.11. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Razonamiento Lógico .	123
Tabla 7.12. Objetos de aprendizaje influyentes por cada habilidad cognitiva	124
Tabla 7.13 Valores de media y desviación estándar de cada OA para la Memoria	124
Tabla 7.14 Valores de media y desviación estándar de cada OA para la Concentración.....	125
Tabla 7.15 Valores de media y desviación estándar de cada OA para la Percepción	126
Tabla 7.16 Valores de media y desviación estándar de cada OA para el Razonamiento Lógico	127
Tabla 7.17. Reglas para la asignación de objetos de aprendizaje	128
Tabla 7.18. Reglas derivadas para la asignación de objetos de aprendizaje	129
Tabla 7.19 Nivel de entrega de los OA a los sujetos de estudio	134
Tabla 7.20 Secuencia de elementos OA entregados al sujeto de estudio con id=31	137
Tabla 7.21 Ejemplos de tokens y sus lemas	140
Tabla 7.22 Vectores de comparación para las HC Memoria y Razonamiento Lógico	141
Tabla 7.23 Componentes cognitivos de las preguntas del cuestionario del módulo 1.....	142
Tabla 7.24 Calificaciones integradas por cada cuestionario	143
Tabla 7.25a. Calificaciones en cada HC por cada cuestionario aplicado a cada sujeto de estudio.....	144
Tabla 7.25b. Calificaciones en cada HC por cada cuestionario aplicado a cada sujeto de estudio.....	145
Tabla 7.26 Calificaciones por módulo de las actividades.....	163
Tabla 7.27 Rúbrica empleada en las evaluaciones inicial y final.	166
Tabla 7.28a. Resultados de las evaluaciones inicial y final de la efectividad.....	166

Tabla 7.28b. Resultados de las evaluaciones inicial y final de la efectividad (cont.)	167
Tabla A.1. Matriz analítica de contenido - Comparativa de los estudios por su objeto y variables de estudio	194
Tabla A.2a. Matriz analítica de contenido - Comparativa sujetos de estudios y metodología empleada	195
Tabla A. 2b. Matriz analítica de contenido - Comparativa sujetos de estudios y metodología empleada	196
Tabla A. 3a. Matriz analítica de contenido - Comparativa de técnicas de IA, resultados y conclusiones.....	197
Tabla A.3b. Matriz analítica de contenido - Comparativa de técnicas de IA, resultados y conclusiones.....	198

Índice de Figuras.

Figura 2.1 Modelo para la Detección de estilos de aprendizaje en un ambiente laboral.....	30
Figura 2.3 Clasificación de la Técnicas de Inteligencia Artificial	36
Figura 2.4 Clasificación de la Técnicas de Aprendizaje Automático	37
Figura 2.5. Elementos del Aprendizaje por Refuerzo.....	38
Figura 2.6. Estructura de una neurona	41
Figura 2.7. Red Neuronal Perceptrón Multicapa.....	42
Figura 2.8 Elementos de la función de membresía.....	46
Figura 2.9 Clasificación de las funciones de membresía	47
Figura 2.10 Función triangular	48
Figura 2.11 Función trapezoidal abierta por la derecha.....	48
Figura 2.12 Diagrama a bloques de un controlador difuso	51
Figura 2.13 Proceso de inferencia de un controlador Mamdani.....	52
Figura 2.14 Proceso de inferencia de un controlador Sugeno	53
Figura 2.15. Esquema general de la red neuronal de Stanza.....	61
Figura 3.1. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Conocimiento del trabajo).....	72
Figura 3.2. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Productividad)	72
Figura 3.3. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Organización)	73
Figura 3.4. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Responsabilidad, confidencialidad, y actitud hacia el trabajo y compañeros)	74
Figura 3.5 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 1).....	75
Figura 3.6 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 2).....	76
Figura 3.7 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 3).....	76
Figura 3.8 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 4).....	76

Figura 3.9 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 5).....	77
Figura 3.10 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 6)	77
Figura 3.11 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 7)	77
Figura 3.12 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 8)	78
Figura 3.13 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 9)	78
Figura 3.14 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 10)	78
Figura 3.15 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 1)	80
Figura 3.16 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 2)	80
Figura 3.17 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 3)	80
Figura 3.18 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 4)	81
Figura 3.19 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 5)	81
Figura 3.20 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 6)	81
Figura 3.21 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 7)	82
Figura 3.22 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 8)	82
Figura 3.23 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 9)	82
Figura 3.24 Nivel de desempeño de los Ayuntamientos del Estado de México de acuerdo al OSFEM	85
Figura 6.1. Operacionalización de Variables	98
Figura 6.2. Plan de Acción	99

Figura 6.3. Asignación de Objetos de Aprendizaje mediante el algoritmo ASPIRADO.	110
Figura 7.1 Esquema del modelo de aprendizaje adaptativo de habilidades cognitivas y competencias laborales.....	113
Figura 7.2. Ejemplo de resultados de los test de HC vistos en el sistema Huixquieduca	116
Figura 7.3 Diagramas de caja de la clasificación de los sujetos de estudio por nivel de HC.....	118
Figura 7.4. Diagramas de caja de la clasificación de los sujetos de estudio por edad, nivel de estudios y experiencia.	119
Figura 7.5 Curvas normales para cada OA en el caso de la Memoria.....	125
Figura 7.6 Curvas normales para cada OA en el caso de la Concentración.....	126
Figura 7.7 Curvas normales para cada OA en el caso de la Percepción.....	127
Figura 7.8 Curvas normales para cada OA en el caso del Razonamiento Lógico	127
Figura 7.9 Funciones de membresía para cada HC	130
Figura 7.10 Disposición (ubicación) de los sujetos de estudio en las funciones de membresía HC.....	130
Figura 7.11 Función de membresía para los Objetos de Aprendizaje (consecuente)	131
Figura 7.12 Niveles de entrega de los OA para el sujeto de estudio con ID=31 ..	132
Figura 7.13. Diagrama de flujo del algoritmo ASPIRADO.....	138
Figura 7.14. Distribución de los sujetos de estudio por área del Ayuntamiento ...	149
Figura 7.15. Distribución de los sujetos de estudio por nivel de estudios	149
Figura 7.16. Distribución de los sujetos de estudio por años de experiencia laboral	150
Figura 7.17 Distribución de los sujetos de estudio con base en su edad y experiencia.....	150
Figura 7.18 Distribución de los sujetos de estudio con base en su edad y el nivel educativo	150
Figura 7.19. Distribución de los sujetos de estudio por tipo de personal	151
Figura 7.20 Tipos de empleados por nivel educativo.....	151
Figura 7.21, Distribución de los sujetos de estudio por años de experiencia y por nivel educativo	152

Figura 7.22 Distribución de los sujetos de estudio dada la edad y de acuerdo al tipo de empleado.	152
Figura 7.23 Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para el total de sujetos de estudio....	153
Figura 7.24. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Sistemas.....	153
Figura 7.25. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Proceso Interno.	154
Figura 7.26. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Factor Humano.....	154
Figura 7.27. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Recursos Materiales.....	155
Figura 7.28. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Servicios Generales.	155
Figura 7.29. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 18 a 27 años.....	156
Figura 7.30. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 28 a 37 años.	156
Figura 7.31. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 38 a 47 años.....	157
Figura 7.32. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 48 a 57 años.	157
Figura 7.33. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 58 a 99 años.	158
Figura 7.34. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Secundaria.	158

Figura 7.35. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Medio Superior.	159
Figura 7.36. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Superior.	159
Figura 7.37. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Posgrado.	160
Figura 7.38. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con 1 a 3 años de experiencia.	160
Figura 7.39. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con 4 a 6 años de experiencia.	161
Figura 7.40. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con más de 7 años de experiencia.	161
Figura 7.41. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para el personal sindicalizado.	162
Figura 7.42. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para el personal de confianza.	162
Figura 7.43. Calificaciones promedio de las actividades por años de experiencia.	164
Figura 7.44. Calificaciones promedio de las actividades de acuerdo a la edad. ...	164
Figura 7.45. Calificaciones promedio de las actividades por área de adscripción.	165
Figura 7.46. Calificaciones promedio de las actividades por nivel educativo.	165

Resumen

El modelo de aprendizaje adaptativo presentado en este trabajo de investigación, emana de la necesidad de establecer un esquema de desarrollo de las competencias laborales de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan, e incrementar su efectividad. El objetivo se centró en diseñar un modelo de aprendizaje adaptativo para el desarrollo de competencias laborales y habilidades cognitivas mediante herramientas TIC que permita incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan Estado de México. A partir del marco teórico, sobre aprendizaje adaptativo se identificó que el enfoque cognitivo ha sido escasamente abordado, por lo que en el modelo propuesto se establecen como variables de estudio a las habilidades cognitivas de los servidores públicos. Estas habilidades son medidas a través de test diagnósticos integrados por diferentes tipos de objetos de aprendizaje. Para determinar el estilo de aprendizaje de cada individuo, primeramente, se clasifican a los sujetos de estudio con base en su edad, experiencia y nivel académico. Subsecuentemente y con el apoyo del análisis de la varianza se obtienen los objetos de aprendizaje más influyentes por grupo de estudio. Mediante un método gráfico del análisis de las curvas normales de los objetos de aprendizaje se logra conocer el nivel de entrega de estos objetos para cada nivel de habilidad cognitiva. Con esta información se integran las reglas gramaticales que sirven de entrada a la parte medular del modelo, cuyos componentes principales son: a) un sistema de inferencia difuso que permite conocer el nivel de entrega de objetos de aprendizaje para cada individuo a partir de sus niveles cognitivos y b) un algoritmo que permite integrar las secuencias didácticas que se aplican a cada servidor público. La aplicación del modelo permitió incrementar los componentes de la efectividad laboral de los servidores públicos: la eficacia de forma considerable y de forma discreta la eficiencia; esto último debido a la curva de aprendizaje de los sujetos de estudio. Se concluye argumentando que el modelo presentado es innovador ya que se desarrolla y se evalúa el desempeño del individuo en cada una de las habilidades cognitivas para un área de conocimiento específica.

Palabras clave: aprendizaje adaptativo, efectividad laboral, habilidades cognitivas

Abstract.

The adaptive learning model presented in this research work, emanates from the need to establish a scheme for the development of labor competencies of public servants of the Municipality of Huixquilucan, and increase their effectiveness. The objective was focused on designing an adaptive learning model for the development of labor competencies and cognitive skills through ICT tools to increase the labor effectiveness of public servants of the Municipality of Huixquilucan, State of Mexico. From the theoretical framework on adaptive learning, it was identified that the cognitive approach has been scarcely addressed, so the proposed model establishes the cognitive skills of public servants as study variables. These skills are measured through diagnostic tests integrated by different types of learning objects. To determine the learning style of each individual, first, the study subjects are classified based on their age, experience and academic level. Subsequently and with the support of the analysis of variance, the most influential learning objects per study group are obtained. By means of a graphic method of analysis of the normal curves of the learning objects, the level of delivery of these objects for each level of cognitive ability is obtained. This information is used to integrate the grammatical rules that serve as input to the core of the model, whose main components are: a) a fuzzy inference system that allows knowing the level of delivery of learning objects for each individual based on their cognitive levels; and b) an algorithm that allows integrating the didactic sequences that are applied to each public servant. The application of the model allowed to increase the components of labor effectiveness of public servants: effectiveness considerably and efficiency discretely; the latter due to the learning curve of the study subjects. We conclude that the model presented is innovative since it develops and evaluates the individual's performance in each of the cognitive skills for a specific area of knowledge.

Keywords: adaptive learning, job effectiveness, cognitive skills

Capítulo 1

Introducción

1. Introducción

En el terreno laboral, las organizaciones buscan potenciar las habilidades y competencias de los empleados con el fin de aumentar su desempeño. Una de las formas efectivas para lograrlo es a través de la capacitación. La capacitación debe ser entendida como un proceso continuo que proporciona conocimientos y desarrolla competencias para incrementar el desempeño y la calidad de vida en el trabajo, permite a la organización lograr sus objetivos.

Desde el punto de vista de la persona, la capacitación debe: entregar competencias específicas; potenciar habilidades, conocimientos y experiencias, en ocasiones subutilizadas en el trabajo diario; reducir la supervisión otorgando mayor autonomía decisional; mejorar las oportunidades de promoción y progreso; así como también, proporcionar mayor seguridad y satisfacción en el trabajo.

Desde una perspectiva institucional, la capacitación debe permitir elevar los niveles de productividad, con un mejor uso de los recursos disponibles y flexibilizar la gestión para adaptarse a la velocidad de las innovaciones tecnológicas. En el caso del Ayuntamiento de Huixquilucan, se ha detectado que no existen esquemas de capacitación que permitan el desarrollo efectivo de las competencias laborales de los empleados, lo que ha impactado en el desempeño y la efectividad laboral.

En la actualidad, las organizaciones se han apoyado en *Learning Management Systems* (LMS) para administrar los talentos y asignar a los empleados en los puestos y tareas apropiadas. Partiendo del hecho de que el aprendizaje es un proceso que nunca se acaba en la vida (Idris, 2016), los LMS permiten a los empleados adquirir competencias laborales con flexibilidad de horario, lo cual les permita administrar su tiempo, contar con una capacitación secuenciada, acceso a contenidos actualizados de manera continua (Sokol et al., 2020).

Sin embargo, resulta importante que un LMS realice la entrega de los objetos de aprendizaje (OA) adecuados para asegurar que el aprendizaje del estudiante. En la búsqueda por resolver esa problemática, los LMS han evolucionado hacia esquemas en los que se utiliza el aprendizaje adaptativo basado en modelos que utilizan elementos de la inteligencia artificial (IA) y el *machine learning* (Rothman, 2018), algunos de ellos partiendo del estudio de las habilidades cognitivas y los estilos de aprendizaje; incluso en ciertos casos, empleando técnicas de inteligencia artificial para lograr la adaptabilidad.

El aprendizaje adaptativo se basa en la teoría conectivista desarrollada por G. Siemens y S. Downes, y afirma que el aprendizaje se suscita a través de un entorno de red, distribuido a través de la Web y no en un solo lugar (Peñafiel, 2018). Otra de las premisas de esta teoría es que el conocimiento se sigue adquiriendo en etapas adultas a través de conexiones y no necesariamente a través de la educación formal, sino que puede suscitarse ya sea a través del desarrollo de habilidades laborales, de establecer relaciones interpersonales, de experiencias y mediante el acceso a la información con el uso de nuevas herramientas tecnológicas.

Por otro lado, la taxonomía de Bloom (Krishnan, 2019), establece que el aprendizaje se lleva a cabo en tres dimensiones: cognitiva, afectiva, psicomotora. Estas dimensiones consideran una serie de habilidades cognitivas (HC), que son indispensables para que tenga lugar el aprendizaje. La presente investigación estudia el efecto de desarrollar cuatro habilidades cognitivas en el aprendizaje y desempeño de los servidores públicos municipales que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan. Estas habilidades son la memoria, la concentración, la percepción y el razonamiento lógico.

Las HC determinan y guardan una relación estrecha con el estilo de aprendizaje (EA). Los EA son las inteligencias puestas a trabajar en tareas y contextos determinados (Gardner, 2015), determinan que tipo de objetos de aprendizaje resultan adecuados en el proceso de enseñanza de un individuo. En este estudio

se realiza una detección del estilo de aprendizaje del empleado municipal que parte del estudio y medición de las habilidades cognitivas.

Planteamiento del problema

El Ayuntamiento de Huixquilucan, municipio ubicado en el Estado de México, se integra por veinte unidades administrativas o direcciones generales. Parte de las funciones administrativas del Ayuntamiento son el manejo de recursos humanos y recursos tecnológicos, mismas que son desempeñadas por la Subdirección de Factor Humano y Productividad (SFHP) y por la Subdirección de Sistemas (SS) respectivamente. Ambas subdirecciones están adscritas a la Dirección General de Administración (DGA).

Uno de los objetivos de la SFHP es establecer y realizar los proyectos de capacitación, así como los programas de promoción de los servidores públicos conforme a las necesidades del Ayuntamiento y de acuerdo con el cargo que ocupan, con el fin mejorar la calidad de los servicios que brinda la administración pública municipal. De igual manera, la Subdirección se encarga de ejecutar técnicas y acciones de reclutamiento, selección e inducción del personal, para que los servidores públicos de nuevo ingreso sean canalizados a las diversas dependencias del Ayuntamiento que así lo soliciten (Reglamento Orgánico de la Administración Pública Municipal de Huixquilucan, 2022).

Por otra parte, la SS tiene como una de sus facultades proponer e impulsar cambios en la infraestructura tecnológica de las diversas dependencias administrativas del Ayuntamiento, así como el desarrollo de aplicaciones tecnológicas que favorezcan la función pública municipal. El Ayuntamiento en materia tecnológica ha tenido cambios significativos que han permeado en una entrega efectiva de servicios, sin embargo, la infraestructura de TIC con la que cuenta el Ayuntamiento es subutilizada y hay capacidades que no han sido explotadas.

Desde enero de 2016, el Ayuntamiento ha pasado por una etapa de transformación mediante la mejora de procesos que han logrado incrementar en gran medida la eficiencia en la entrega de servicios y atención al ciudadano. Sin embargo, muchos procesos internos no han sufrido modificaciones o éstas han sido mínimas, situación que ha impactado de forma negativa en la realización de las actividades relacionadas a dichos procesos. Tal es el caso de los procesos concernientes a la implementación de programas de certificación, profesionalización, capacitación, e inducción.

Se realizó una revisión tanto al manual de procesos y procedimientos como al Reglamento Orgánico Municipal. De igual forma se obtuvo información mediante entrevistas y reuniones de trabajo con personal de la SFHP, así como con diferentes servidores públicos adscritos a la DGA. Dentro de los hallazgos encontrados se enlistan los siguientes:

a) No se establecen ni formalizan programas anuales de capacitación; y no se realizan cuestionarios de Detección de Necesidades de Capacitación (DNC),

b) No se cuenta con recursos humanos para la capacitación, y los recursos financieros son muy limitados,

c) No existe un proceso efectivo de inducción del personal que permita al servidor público de nuevo ingreso conocer de forma general las funciones del Ayuntamiento, ni de forma específica para las funciones que desempeñará, situación que impacta en la efectividad laboral,

d) Derivado de los cambios que se han dado en el Ayuntamiento en los últimos cuatro años, existen los recursos tecnológicos necesarios para apoyar en las tareas relacionadas a la certificación, profesionalización, capacitación, e inducción; pero estos recursos no han sido explotados por la DGA a fin de poder conformar un esquema tecnológico innovador en la realización de dichas tareas.

De forma tradicional, las capacitaciones que se realizan en las organizaciones, se basan en un solo programa de entrenamiento para todos los empleados de un

área afín. Sin embargo, las tendencias educativas y la economía actual basada en el conocimiento han llevado a replantear los esquemas de capacitación ubicándolos en una dinámica evolutiva en la que las TIC resultan influyentes y desempeñan un papel preponderante.

Un común denominador en las diferentes dependencias del Ayuntamiento de Huixquilucan es que la fuerza laboral es multigeneracional y está muy diversificada, dando lugar a que existan estilos de aprendizaje, comportamientos y expectativas diferentes. El servidor público de nuevo ingreso, por lo general, carece de la experiencia y habilidades necesarias para desempeñar sus labores de forma efectiva. Resulta entonces necesario contemplar esquemas innovadores que utilicen tecnologías educativas y permitan el aprendizaje personalizado considerando la competencia y las habilidades de los trabajadores.

Dentro de las tecnologías educativas se encuentra el Aprendizaje Adaptativo, el cual es un método educativo que utiliza algoritmos computacionales basados en técnicas de inteligencia artificial como el aprendizaje con reforzamiento, que tiene la finalidad de entregar recursos personalizados y actividades educativas que se adecuen a las necesidades específicas e individuales de cada educando.

Por lo descrito anteriormente, se tiene como problema central de la investigación que “Dentro de los procesos establecidos por la Dirección General de Administración del Ayuntamiento de Huixquilucan, referentes al desarrollo de recursos humanos, en los últimos cuatro años se ha observado que no se cuenta con un Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de Competencias Laborales basado en TIC, y apoyado en técnicas pedagógicas como la detección de habilidades cognitivas y los estilos de aprendizaje, con el fin de incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos”.

Para poder determinar dicho Modelo, en primera instancia, se deberán identificar las HC relacionadas al procesamiento de información, de acuerdo con la Taxonomía de Bloom, y los EA de los trabajadores, de tal forma, que esta información permita

establecer un esquema de aprendizaje adaptativo (Balasubramanian & Margret, 2018).

Justificación

La vertiginosidad de los cambios tecnológicos, así como la situación fortuita provocada por la pandemia por CoVID-19 que inició a finales del año 2019, han dejado sin capacidad de respuesta y adaptación a varias organizaciones a nivel mundial. Las instituciones públicas no son la excepción; los Ayuntamientos, por ejemplo, deben mantener la operación con los mismos o superiores niveles de efectividad, alineada al entorno regulatorio en materia de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), dada la exigencia social de contar con servicios públicos efectivos que satisfagan las necesidades cada vez mayores de la población. El proceso de adaptación por el que deben pasar las organizaciones para garantizar una operación efectiva debe contemplar una capacitación de sus servidores públicos que incrementen el nivel de efectividad.

Una investigación que aborde la problemática antes mencionada es de especial interés para las organizaciones que forman parte de la Administración Pública Municipal, ya que el objetivo se centra en encontrar el mejor diseño de un modelo de aprendizaje adaptativo para sus empleados. Un modelo que permita identificar las HC de los empleados municipales, en particular, del Ayuntamiento de Huixquilucan con el fin de explotar sus capacidades laborales e impactar de manera positiva en las labores que desempeñan.

A través de un proceso de indagación en los informes anuales de mejora regulatoria y del Órgano Superior de Fiscalización del Estado de México (OSFEM), al menos, en el contexto estatal referido no se encontró evidencia ni precedente alguno de Sistemas de Aprendizaje Adaptativo implementados para el desarrollo de las competencias laborales de los servidores públicos.

De igual forma, a través de una revisión sistemática de los modelos y sistemas de aprendizaje adaptativo y personalizado no se encontró evidencia de propuestas

que utilizaran el enfoque del estudio de las habilidades cognitivas apoyadas en sistemas de inferencia difusos en el contexto laboral tomando como variable dependiente a la efectividad laboral. De igual forma no se encontró evidencia documental sobre sistemas LMS que integraran un modelo con las características del modelo propuesto en el presente trabajo de investigación.

Lo anterior devela la relevancia social y las implicaciones teóricas o prácticas del modelo de aprendizaje adaptativo propuesto. Dentro de los resultados esperados de la investigación están el desarrollo de las habilidades cognitivas y competencias laborales de los servidores públicos, así como la mejora en el desempeño laboral de los empleados.

Pregunta general de investigación: ¿Qué Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de Competencias Laborales y habilidades cognitivas que utilice recursos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones permite incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan en el Estado de México, México?

Preguntas específicas:

- a) ¿Cuáles son los componentes del modelo de aprendizaje adaptativo de competencias laborales que incrementa la efectividad laboral de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan que se obtienen mediante el análisis de los resultados obtenidos?
- b) ¿Cuáles son las habilidades cognitivas necesarias para cubrir los perfiles de puesto y que permiten impactar el grado de efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan?
- c) ¿Cuál es el resultado de la identificación y análisis de los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan que se obtiene mediante la comparación del desempeño laboral?

- d) ¿Cuáles son los métodos y técnicas de aprendizaje adaptativo existentes en los últimos 5 años de acuerdo a la revisión documental del estado del arte en la materia?
- e) ¿Cómo se define la efectividad laboral en un ambiente de servidores públicos?
- f) ¿Cómo ha sido la efectividad laboral de los servidores públicos de acuerdo al análisis de los informes anuales de los últimos cuatro años en las áreas de mayor riesgo?

Capítulo 2

**Modelos, Sistemas,
Métodos y Técnicas
de Aprendizaje Adaptativo
(Marco Teórico)**

2. Modelos, Sistemas, Métodos y Técnicas de Aprendizaje Adaptativo (Marco Teórico)

En este capítulo se discute el concepto de aprendizaje adaptativo y los diferentes elementos que enmarcan la definición, se hará una exposición de diferentes propuestas de modelos o sistemas de aprendizaje adaptativo, así como un breve análisis comparativo entre estos trabajos resaltando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Se hará un especial énfasis en los modelos basados en estilos de aprendizaje, particularmente en los estilos de Felder y Silverman.

Posteriormente, se analizará la propuesta innovadora planteada por Balasubramanian y Margret (2018) de un modelo de aprendizaje adaptativo compuesto por tres submodelos que realiza la detección del estilo de aprendizaje basado en las habilidades cognitivas de los estudiantes. Este modelo es el que se utiliza de guía en la concepción de la metodología de intervención del presente trabajo de investigación.

Finalmente, se realiza una breve exposición teórica de las técnicas de inteligencia artificial que han sido y pueden ser empleadas en los sistemas de aprendizaje adaptativo. Dentro de estas técnicas se incluyen el Aprendizaje por Refuerzo o *Reinforcement Learning*, el Aprendizaje Profundo por Refuerzo o *Deep Reinforcement Learning*, y las redes neuronales, redes neuronales convolucionales y redes neuronales recurrentes.

En la actualidad, existe una gran diversidad de tecnologías educativas que permiten al personal docente de diferentes Instituciones contar con herramientas innovadoras en la generación de contenido académico y que apoyen en el diseño instruccional. De igual forma estas tecnologías han permitido la diversificación de la enseñanza en modalidades tales como *e-learning*, *b-learning*, *m-learning*, *t-learning*, *u-learning*, y *microlearning*. El surgimiento de estas modalidades permitió que los Sistemas de Administración del Aprendizaje ó *Learning Management Systems (LMS)* evolucionaran hacia nuevos esquemas que comenzaron a integrar las diferentes tecnologías educativas emergentes.

Una de estas tecnologías es el aprendizaje adaptativo, el cual busca entregar contenidos educativos de acuerdo a las características particulares del aprendiz. En este punto, cabe mencionar la diferencia que existe entre el aprendizaje adaptativo y otro concepto denominado aprendizaje personalizado. El aprendizaje personalizado identifica las características individuales de los estudiantes, pero deja de adaptarse al progreso continuo de la capacidad de un estudiante para realizar tareas.

Por su parte, el aprendizaje adaptativo se puede implementar basándose en el desempeño del estudiante sin necesidad de identificar información personal relevante, incluidas las características y preferencias individuales que podrían las cuales pueden variar con el tiempo afectando el progreso y el rendimiento del estudiante (Xie, et al., 2019). Tanto el aprendizaje adaptativo como el aprendizaje personalizado pueden satisfacer las diversas necesidades de aprendizaje abordando diferentes enfoques.

El aprendizaje adaptativo es una tecnología educativa que se emplea para adecuar los contenidos que se entregan a los estudiantes. Las unidades de entrega son conocidas como objetos de aprendizaje (OA) los cuales son materiales educativos digitales interactivos, accesibles, e incluso amenos (Carrillo, Tigre, Tubón y Sánchez, 2019); deben estar alojados en un repositorio (que de acuerdo a los estudios analizados también se le conoce como “Dominio”). El OA debe tener una evaluación para tomar decisiones y emitir juicios acerca de los logros obtenidos por el participante al concluir la experiencia educativa (ibíd.).

La tecnología de aprendizaje adaptativo se utiliza para tratar una amplia gama de necesidades de aprendizaje, a partir de numerosas herramientas y aplicaciones específicas, algunas valiéndose de las técnicas de Inteligencia Artificial. Los docentes comienzan a tomar en cuenta esta tecnología dado que podría propiciar mejores resultados de aprendizaje; las competencias se pueden evaluar con mayor claridad gracias a soluciones de aprendizaje adaptativo (García, 2017).

Durante los últimos años se han realizado diferentes estudios que conciben diferentes propuestas de Modelos de Aprendizaje Adaptativo o Modelos de Aprendizaje Personalizado, aplicando diversas metodologías y técnicas. Estos modelos se apoyan en una gama variada de tecnologías, que en ciertos casos resultan ser herramientas de inteligencia artificial (IA) como lo son las redes neurales, el aprendizaje automático (*machine learning*) o el aprendizaje por reforzamiento (Rothman, 2018).

Xie et al. (2019) realizan una revisión sistémica de 70 diferentes trabajos sobre aprendizaje adaptativo o aprendizaje personalizado, clasificándolos por año de ejecución, edad, nivel de estudios de los sujetos de estudio, temática del contenido educativo, tipo de enfoque, hardware utilizado y tipo de resultados obtenidos. Entre los trabajos revisados, algunos se basan en el estudio de las habilidades cognitivas (HC) o de los estilos de aprendizaje (EA), y otros partiendo de metodologías o enfoques encontrados en estudios previos.

Uno de los resultados obtenidos en el trabajo de Xie et al. (2019), que es importante resaltar, es que no se encontraron trabajos enfocados ya sea al aprendizaje adaptativo o al aprendizaje personalizado en ambientes laborales, y tampoco que estén enfocados a las temáticas tales como administración, ya sea en instituciones públicas o empresas privadas, y negocios.

Haciendo un resumen de los resultados del trabajo de Xie et al. (2019), se tiene que los artículos de investigación que analizaron en su mayoría los participantes o sujetos de estudio, son estudiantes de que van de los niveles de enseñanza básico a medio; los contenidos u objetos de aprendizaje principalmente se enfocan a temas relacionados con la ingeniería y computación, las lenguas, las matemáticas y las ciencias.

En los trabajos analizados por Xie et al. (2019), los sistemas de aprendizaje diseñados para lograr la adaptabilidad fueron clasificados en interfaces personalizadas, contenido de aprendizaje personalizado, rutas de aprendizaje

personalizadas, diagnósticos y sugerencias personalizados, recomendaciones personalizadas, indicaciones o comentarios personalizados, orientación de aprendizaje profesional personalizada, orden inferior personalizado, e interfaces y otras funciones personalizadas. Por otro lado, los dispositivos principalmente utilizados hacia el usuario final o sujeto de estudio, fueron equipos de cómputo tradicionales, y en un número muy bajo, tabletas y teléfonos móviles inteligentes.

La mayor parte de los estudios expuestos en Xie et al. (2019) involucran la medición de afectos y cogniciones. Dentro de los afectos, se identificaron las categorías de: aceptación de la tecnología o intención de aprendizaje; actitudes de aprendizaje o expectativa de participación en el aprendizaje; motivación de aprendizaje, autoeficacia o confianza; interés o satisfacción; carga cognitiva, ansiedad de aprendizaje y opiniones o experiencias de aprendizaje de los estudiantes. Las categorías que fueron estudiadas con mayor frecuencia son la aceptación de la tecnología o intención de aprendizaje; interés o satisfacción; y las opiniones o experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Dado que el trabajo de Xie et al. (2019), no tiene como objetivo el análisis detallado de los modelos propuestos en los trabajos de investigación referentes al aprendizaje adaptativo, a continuación, se exponen a detalle siete propuestas de aprendizaje adaptativo en diferentes ámbitos y con diferentes alcances. Los estudios analizados se observan en la tabla 2.1. En la sección 2.1 se realiza una descripción de los trabajos 1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9; mientras que en la sección 2.2 se analizan a detalle los trabajos no. 4, 5 y 10.

Tabla 2.1 Matriz bibliográfica - Artículos científicos sobre Modelo o Sistema de Aprendizaje Adaptativo evaluados

No. De estudio	Autor	Procedencia	Año	Título
1	Velandia, J.	Universidad de la Sabana, Colombia	2015	Mejoras en habilidades cognitivas con el apoyo de un recurso educativo digital adaptativo.
2	Qodad, A., Seghroucheni, Y., Al Achhab, M., El Yadari, M., El Kenz, A. y Benyoussef, A.	University Mohammed V Agdal y University Abdelmalek Essaadi en Marruecos	2016	An Adaptive Learning System based on a Job Model, the Differentiated Instruction and Felder and Silverman's Learning Styles Model.
3	Battou, A.	Ibn Zohr University en Marruecos	2017	Designing an Adaptive Learning System Based on a Balanced Combination of Agile Learner Design and Learner Centered Approach
4	Shawky, D. y Badawi, A.	University of Science and Technology, Egipto	2018	A Reinforcement Learning-Based Adaptive Learning System.
5	Balasubramanian, V. & Margret, S.	VIT University, Vellore, India	2018	Learning style detection based on cognitive skills to support adaptive learning environment – A reinforcement approach.
6	Duque, N., Ovalle, D. & Carrillo A.	Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia	2020	Sistema basado en reglas para la generación personalizada de curso virtual
7	Tabares, V., Duque, N. & Fabregat, R.	Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia	2020	Raim: <i>framework</i> para la inclusión adaptativa en entornos educativos para todos
8	Lwande, Muchemi, & Oboko (2021)	University of Nairobi, Kenia	2021	Identifying learning styles and cognitive traits in a learning management system
9	Véliz, A., Madrigal, O., Correa, V. (2021)	Maulana Azad National Urdu University, India	2021	Aprendizaje adaptativo basado en Simuladores de Realidad Virtual.
10	Azcorra-Novelo, V. y Gallardo-Córdova, K. (2022).	Universidad Autónoma de Yucatán	2022	Modelo de diseño de un instrumento para el aprendizaje y evaluación adaptativa de saberes algebraicos

2.1. Modelos y métodos basados en los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman

En la revisión sistemática realizada por Quintanar-Casillas y Hernández-López (2022), se puede observar que el 20% de los 50 trabajos analizados se apoyan en el modelo de Felder y Silverman de estilos de aprendizaje, siendo la segunda técnica de adaptabilidad mayormente empleada. En el modelo de Felder y Silverman se aplica el cuestionario para la detección del índice de estilos de aprendizaje (ILS) agrupados en cuatro categorías: visuales-verbales, sensitivos-intuitivos, secuenciales-globales, activos-reflexivos e inductivos-reflexivos.

Como se puede observar en cada categoría existen dos extremos, por ejemplo, para la categoría visuales-verbales, los extremos son visuales y verbales, el resultado del cuestionario indica en qué medida pertenece un individuo a alguno de los extremos para cada una de las cuatro categorías.

2.1.1. Recurso educativo digital adaptativo para la mejora en habilidades cognitivas.

En el estudio 1 de Velandia (2016), se propone un recurso educativo digital adaptativo (REDA) para la mejora de las HC utilizando como método el cuestionario de estilos de Felder y Silverman, y soportado en técnicas de IA y contenidos que resultan ser técnicas que interactúan con HC. El **objeto de estudio** del trabajo de Velandia (2016) es el bajo rendimiento académico de los estudiantes en el colegio IED de República Dominicana.

Dada la no promoción y deserción escolar, lo cual se detectó mediante un test de diagnóstico en el que se verifican deficiencias en sus habilidades cognitivas. Se verifica la influencia del REDA en el desarrollo de las habilidades cognitivas que mejoren el pensamiento algorítmico apoyado en las técnicas enfocadas a la educación de un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA).

En el estudio se identifica como **variable independiente** la Influencia de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA), apoyado en un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA), mientras que la **variable dependiente** son las habilidades cognitivas de los estudiantes para el mejoramiento del pensamiento algorítmico. Los sujetos de estudio seleccionados fueron los estudiantes con edades entre once y trece años de octavo grado de educación media en la Institución Educativa Distrital (IED) de República Dominicana.

La investigación de Velandia (2016) se apoya en la teoría constructivista-interaccionista con enfoque mixto, ya que se utilizó un método de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para poder descubrir las categorías conceptuales y a la vez se utilizaron datos tabulados de tipo cuantitativo originados

en las pruebas presentadas por los sujetos tanto en el diagnóstico como en la interacción con el REDA. El método general de la investigación es de tipo inductivo ya que del análisis de fenómenos particulares se llega a generalización de procesos.

En la intervención se aplicó un test de razonamiento lógico, un cuestionario ILS (Silverman) para detectar estilos de aprendizaje, interacción y observación visual de las técnicas utilizadas por el estudiante para resolver problemas con el REDA, y finalmente, un cuestionario de preguntas abiertas para recabar información sobre los aspectos fortalecidos del estudiante. Utiliza los módulos: pedagógico, del dominio y del estudiante.

El REDA consta de una interfaz multimedia y una base de datos apoyada en técnicas de minería de datos y sistemas de decisiones, y tres módulos con funciones específicas: módulo pedagógico, el de dominio y el del estudiante. En el módulo del estudiante se carga de forma inicial el estilo de aprendizaje encontrado a partir del test de detección, en el módulo de dominio están los objetos de aprendizaje que son lanzados a la interfaz y en el módulo pedagógico se realiza el proceso de adaptabilidad basados en técnicas de inteligencia artificial a partir de procesos estadísticos de minería de datos. Las técnicas de Inteligencia Artificial en la que se basa el REDA son árboles de decisiones, redes neuronales, regresión lineal, vectores de agrupamiento, reglas de asociación y algoritmos genéticos.

En los resultados que obtuvo Velandia (2016) se evidencia que hubo cambios significativos en el fortalecimiento de las habilidades cognitivas básicas de los estudiantes de octavo grado del IED República Dominicana. Fue evidente la utilización de mejores técnicas por parte de los estudiantes mientras desarrollaban las pruebas propuestas en los juegos gracias a las ayudas adaptativas que se le suministraron para la superación de las mismas. Se evidencia como la adaptabilidad del recurso representada en las ayudas fue la que apoyó las mejoras de los estudiantes en los porcentajes indicados, evidenciando que esta tecnología de la

adaptabilidad de los recursos educativos si fortalece la capacidad de razonamiento lógico de los estudiantes.

2.1.2. Sistema de aprendizaje adaptativo basado en un modelo laboral

El estudio 2 que corresponde al de Qodad et al. (2016), y que a su vez no aparece en Xie et al. (2019), tiene como **objeto de estudio** el aprendizaje personalizado para el reclutamiento de personal en la evaluación de las competencias requeridas que un candidato a un determinado puesto laboral deba poseer. Propone un sistema adaptativo para tal fin, integrado por cinco componentes: dominio, compuesto por los objetos de aprendizaje (OA), entendidos como materiales educativos digitales interactivos, accesibles, e incluso amenos (Carrillo et al., 2019); estudiante, basado en el conocimiento y estilo del estudiante; trabajo, representado por los elementos de la oferta laboral; instrucción que representa la pedagogía utilizada; y adaptabilidad para los OA específicos de acuerdo a cada EA.

Las **variables independientes** identificadas para este estudio son los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman, instrucción diferenciada basada en la Taxonomía de Bloom, y las competencias necesarias para ocupar el puesto. En tanto que la **variable dependiente** es la asignación de los objetos de aprendizaje a los candidatos.

El modelo, el cual solo se presenta en forma de propuesta y no se realiza algún tipo de intervención, se basa en el concepto de instrucción diferenciada para clasificar a los empleados en cuanto a sus habilidades de pensamiento y definir los objetos de aprendizaje más apropiados. Los elementos de la instrucción diferenciada son: el contenido, el estilo de aprendizaje, el producto (evaluación del estudiante) y el ambiente de aprendizaje; y utiliza el modelo de Felder y Silverman para la detección del estilo de aprendizaje de los candidatos.

Se definen cinco modelos para relacionar el estilo de aprendizaje, las competencias requeridas y los objetos de aprendizaje necesarios. Estos modelos son: Modelo del Aprendiz, Modelo del Trabajo, Modelo instruccional, modelo de

dominio, y el modelo de adaptación. No se mencionan técnicas de inteligencia artificial para el Modelo de Adaptación, pero se propone una fórmula en la que los objetos de aprendizaje a asignar sea el resultado de los objetos de aprendizaje requeridos menos los objetos de aprendizaje adquiridos. De forma concluyente se sugiere el uso de una Red Bayesiana en trabajos futuros que se basen en el sistema propuesto.

El resultado de Quodad et. al (2016) es la concepción de un modelo que define una ruta de aprendizaje que permita al candidato tener las competencias necesarias para el puesto a ocupar. El modelo asegura las conexiones entre el sistema educativo-adaptativo y las necesidades de la empresa.

2.1.3. Sistema de Aprendizaje Adaptativo basado en la metodología de diseño ágil y en el enfoque centrado al estudiante

Por su parte en el estudio 3, Battou (2017), propone un diseño de un sistema de aprendizaje adaptativo basado en una combinación balanceada de un diseño de aprendizaje ágil y un enfoque centrado en el aprendiz. Battou, en la construcción del **objeto de estudio**, parte de la premisa de que la mayoría de sistemas de aprendizaje adaptativos (SAA) están diseñados y desarrollados desde cero, sin aprovechar la experiencia de aplicaciones desarrolladas previamente, muchas veces porque éstas últimas no están debidamente documentadas.

Sin embargo, un gran número de estos sistemas involucra a los estudiantes hasta el final del proyecto, lo que representa un obstáculo para la adaptación del contenido a las características de los estudiantes lo que conduce a la falta de motivación incluso al abandono. Se proponen el diseño de SAA con la metodología *Agile Learning Design* (diseño iterativo) que involucre al estudiante desde el inicio, es decir, con un enfoque *learner-centered*.

La **variable independiente** identificada para este estudio es la integración de los enfoques de diseño ágil (iterativo) y centrado en el estudiante, mientras que las **dependientes** son la efectividad de la enseñanza, la facilidad de aprendizaje, la

motivación y la reducción de la tasa de deserción. La muestra de sujetos de estudio fue conformada por estudiantes de la facultad de ciencias de la *Ibn Zohr University* en Marruecos

En la metodología aplicada se utiliza la combinación balanceada del diseño ágil de sistemas, es decir, de manera iterativa, con un diseño centrado en el estudiante para la concepción del sistema de aprendizaje adaptativo propuesto. El modelo ágil utiliza cuatro etapas: diseño, desarrollo, pruebas y evaluación. El aplicativo se compone de tres modelos: el modelo de dominio, el modelo del aprendiz y el modelo de adaptación. El modelo de dominio, está caracterizado por sus competencias en términos de la representación de los conceptos a aprender, los recursos disponibles para los aprendices y la estructuración de los diferentes elementos del área de conocimiento involucrada.

El modelo del aprendiz, permite cambiar diferentes aspectos del sistema, en respuesta a ciertas características (dadas o inferidas), esto incluye dos tipos de información agrupada en dos dominios, el dominio de datos dependientes (DDD) y el dominio de datos independientes (DDI). El modelo de adaptabilidad se encarga de la generación de contenido adaptativo que será presentado de forma subsecuente al aprendiz, y se integra de cuatro subcomponentes: el modelo de navegación, el modelo de presentación, el modelo de contenido y las reglas pedagógicas. Cada subcomponente se acompaña de una serie de reglas para lograr la adaptabilidad.

La adaptabilidad se reparte entre el modelo del aprendiz y el modelo de adaptación. Se utilizan dos tipos diferentes de técnicas para implementar el modelo del aprendiz: basadas en el conocimiento y basadas en el comportamiento. La adaptación basada en el conocimiento suele ser el resultado de los datos recopilados a través de cuestionarios y estudios de los estudiantes con el propósito de producir información heurística inicial. La adaptación basada en el comportamiento se logra a través de la monetización del estudiante durante el uso de los recursos del sistema, algo parecido al aprendizaje con reforzamiento.

De forma concluyente, Battou expone que el método ágil permite modificar, evolucionar y replantear el diseño de acuerdo con las necesidades de los estudiantes que surjan durante el desarrollo. En términos de aplicabilidad del método, los resultados preliminares indican que el método es útil y fácil de usar. Con el enfoque centrado en el estudiante se establece un mayor contacto humano entre el desarrollador y el aprendiz, involucrándolo en las diferentes fases de desarrollo del sistema. A través de una encuesta de opinión, los estudiantes aceptaron el nuevo modelo de enseñanza y expresaron su satisfacción con la nueva experiencia de aprendizaje.

2.1.4. Sistema adaptativo basado en reglas para la generación personalizada de un curso virtual

En el estudio 6 (Duque, Ovalle y Carrillo, 2020), proponen un Sistema basado en reglas para la generación personalizada de un curso virtual, el cual se desarrolló siguiendo la metodología *Design Science Research (DSR)*. Se centra principalmente en el modelo del estudiante tomando en cuenta los atributos relevantes en el desempeño del estudiante los cuales son cognitivos, académicos, metacognitivos, psicopedagógicos (estilo de aprendizaje, capacidades intelectuales: lógico, matemático, lingüístico, etc.), psicológicos, afectivos, situaciones no permanentes (estados de motivación o emocionales, atención, cansancio, etc.), atributos permanentes y estáticos (género, lengua madre, raza, etc.) y características ambientales, referidas a aspectos como el entorno (brillo, nivel del ruido de fondo, clima, estrato, ubicación geográfica, entre otros), contextuales (dispositivos de salida, tipo de conexión, tipo de sistema) y el ambiente social (por ejemplo profesor y colegas).

El objeto de estudio de esta investigación es la educación individualizada y personalizada en los estudiantes del Instituto Tecnológico Metropolitano de Colombia mediante un sistema adaptativo basado en reglas de producción. Las variables identificadas son para el caso de la variable **Independiente el Sistema adaptativo basado en reglas de producción y atributos del estudiante**; y la variable

Dependiente es el desempeño académico de los estudiantes. El estudio fue aplicado a estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia – sujetos de estudio.

Se utilizó la metodología *Design Science Research* (DSR), cuyo principio fundamental es que el conocimiento, la comprensión de un problema y su solución se adquieren en la aplicación y construcción de un artefacto. Los pasos de esta metodología son: la identificación del problema; la conciencia del problema mediante la revisión sistémica la literatura; la identificación de los artefactos y configuración de las clases de problemas; la proposición de artefactos para la resolución de un problema específico; el proyecto del artefacto seleccionado; las conclusiones; y la comunicación del resultado. El diseño del sistema utiliza únicamente el Modelo del Estudiante.

En la parte referente al estilo de aprendizaje se utilizan los modelos de la PNL o VARK (visual, auditivo, lector-escritor y kinestésico) establecido por Fleming, y el modelo de Felder-Silverman. El módulo denominado “Sistema de Reglas de Producción” es el encargado de entregar el contenido adaptado a los estudiantes, esto a partir de metadatos conformados por el identificador del material, el objetivo o competencia que apoya, el tipo de recurso educativo, el nivel de interactividad y el tipo de interactividad.

Como parte de las **conclusiones** de este estudio se identifica la importancia que tiene un modelo de usuario, específicamente, del estudiante, que abarque los aspectos que representen las características de mayor influencia en el proceso educativo. Para que la adaptación sea permanente, se requiere que los cambios en el estudiante y en el ambiente o las preferencias sean reconocidas e incorporadas para los procesos de generación y replanificación de los cursos. Debe existir una cooperación interdisciplinaria entre las tecnologías de la información y las ciencias humanas.

2.1.5. Marco de trabajo para la inclusión adaptativa en entornos educativos

En lo que refiere al trabajo no. 7 presentado por Tabares, Duque y Fabregat (2020) se propone un *framework* general que sirva como guía para la implementación de sistemas de aprendizaje adaptativo que puedan variar en cuanto a su diseño dada la versatilidad del modelo propuesto, siempre y cuando, exista coherencia entre los diferentes elementos que lo integren; este *framework* se identifica como el **objeto de estudio** de la investigación. Los elementos del *framework* son el Modelo de Adaptación y el Modelo de Aplicación. Ambos son modelos multidimensionales por capas que le brindan versatilidad.

La aplicación del *framework* para la inclusión adaptativa en entornos educativos mediante el sistema RAIM y las necesidades de adaptabilidad de Institución/Estudiantes se identifican como las variables **independiente y dependiente** del estudio respectivamente. Los estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia fueron los **sujetos de estudio**

Se desarrolló una plataforma tecnológica denominada “raim” que integra herramientas para la creación, etiquetado, almacenamiento, publicación, búsqueda, recuperación y adaptación de recursos educativos. Se ofrece un modelo abierto al uso de cualquier técnica de adaptabilidad siempre y cuando utilice un estándar de metadatos como tipo de presentación (auditiva, textual, visual, etc.), tipo de interacción (teclado, mouse, reconocimiento de voz, etc.) y tipo de adaptación (alternativas textuales, alternativas auditivas, lenguaje de señas, subtítulos, etc.).

El modelo general propuesto para el sistema adaptativo se integra por el Modelo del Estudiante que se basa en los modelos VARK y Felder-Silverman, y el Modelo de Dominio, los cuales convergen con el uso de Tecnologías para implementar la estrategia de adaptación. El Modelo Adaptativo es un modelo multidimensional por capas, que da gran versatilidad a la propuesta. Estas dimensiones son: a) las características asociadas al perfil del estudiante o usuario; b) los componentes del sistema a adaptar; y c) las tecnologías que soportan la adaptación. Cada dimensión

está compuesta por diferentes capas que corresponden a características específicas, las cuales se pueden analizar de forma independiente o superpuestas en un enfoque integrado, según las necesidades de adaptación.

El modelo adaptativo tiene tres elementos que son el perfil del usuario, los componentes del sistema y la tecnología empleada. El modelo de aplicación considera: la visualización del material educativo, acceso y seguimiento del estudiante, creación del material educativo, etiquetado y almacenamiento del material educativo, y la búsqueda y recuperación del material educativo. Tabares, Duque y Fabregat (2020) **concluyen** que el modelo propuesto puede ser implementado bajo diferentes enfoques, características y tecnologías, mientras que se guarde la coherencia entre los diferentes elementos que lo componen.

2.1.6. Modelo para la identificación de los rasgos cognitivos y es estilo de aprendizaje del estudiante.

En el estudio no. 8, Lwande, Muchemi & Oboko (2021) proponen un modelo para la detección del estilo de aprendizaje y de los rasgos cognitivos de los estudiantes. El **objeto de estudio** es el comportamiento de los individuos al interactuar dentro de un LMS; a partir de esta interacción se asigna tanto un estilo de aprendizaje de acuerdo al modelo de Felder-Silverman y un perfil cognitivo conformado por cuatro dimensiones: capacidad de aprendizaje asociativo, capacidad de la memoria de trabajo, capacidad de razonamiento inductivo y velocidad de procesamiento de la información. Estos dos elementos constituyen las **variables independientes**.

La **variable dependiente** en el estudio es un factor preferencia en escala de 0 a 1 ante las actividades y los materiales mostrados en el LMS, en donde 0.1–0.3 es bajo, 0.4–0.6 es moderado y 0.7–1.0 es alto. La **adaptabilidad** se logra a través del empleo y la implementación de modelo matemáticos y como **resultado** se obtiene el nivel de entrega de materiales y actividades de acuerdo al factor de preferencia.

2.2. Modelos y sistemas basados en aprendizaje por refuerzo y en análisis de competencias.

2.2.1. Sistema de aprendizaje adaptativo basado en el aprendizaje por refuerzo

El trabajo de Shawky y Badawi (2018) considera en la construcción **del objeto de estudio**, que en las investigaciones realizadas con anterioridad se toman en cuenta como característica principal del estudiante, el nivel de conocimiento, sin tomar en cuenta sus capacidades meta-cognitivas y sus características más importantes. Estos autores proponen modelo que resuelve algunas de las carencias y desafíos en la concepción de sistemas de aprendizaje adaptativo para lo cual se apoya en un sistema de aprendizaje adaptativo basado en aprendizaje por reforzamiento (estudio número 4).

En lo que refiere a las variables, se identifica como **variable independiente** a la Aplicación del algoritmo *Q-learning* de Aprendizaje reforzado con la información del estudiante; mientras que la **variable dependiente** son las acciones realizadas por los estudiantes. En la intervención, se simula el comportamiento de 10 individuos o **sujetos de estudio** con características diferentes y se cuantifica el progreso en la recompensa lograda por cada nueva iteración del algoritmo *Q-learning* (estado-acción-recompensa).

El estudio es cuantitativo dado que presenta el número de acciones con recompensa positiva correlacionada con el número de iteraciones del algoritmo *Q-learning*. Se clasifica al estudiante en cinco categorías de factores: personales, sociales, cognitivos, estructurales y ambientales. En la **metodología** propuesta, se establecen seis etapas del modelo: a) la obtención de datos de los individuos, b) identificar su estado actual, c) brindar una lista de acciones sugeridas de acuerdo al estado detectado, d) medir las recompensas, e) identificar el nuevo estado de los individuos y f) actualizar el estado-acción. Se observa que, si se agruparan estos elementos en modelos, la primera etapa (a) formaría parte del modelo del aprendiz, mientras que el resto de las etapas del modelo de adaptación.

Para lograr la personalización del aprendizaje, se realiza la medición de cinco factores que inciden en el desempeño de los individuos y estos son personales, sociales, cognitivos, estructurales y ambientales. Como **técnica de inteligencia artificial** se utiliza el aprendizaje reforzado (algoritmo *Q-learning*) con la información del estudiante, clasificada en cinco categorías de factores antes mencionada: personales, sociales, cognitivos, estructurales y ambientales.

El **resultado** al que llegaron Shawki y Badawi fue que a un mayor número de iteraciones del algoritmo se obtuvo un mayor número de acciones con recompensa positiva. Al revisar el historial de la tabla Q (*state-action-reward*) para cada estudiante, el sistema podrá proponer inteligentemente el mejor ambiente de aprendizaje para cada estudiante. El enfoque propuesto puede ayudar a los estudiantes adaptando el material de aprendizaje a sus necesidades.

2.2.2. Modelo de detección del estilo de aprendizaje a partir de las habilidades cognitivas del estudiante

El estudio número 5, de Balasubramanian y Margret (2018) para la detección de los EA, resulta ser el más innovador y más detallado de los artículos investigados, ya que el modelo propuesto no se basa en estilos de aprendizaje predefinidos como los estilos de Felder y Silverman, sino que detecta para cada sujeto de estudio su estilo de aprendizaje en particular a partir de los niveles de habilidad cognitiva (HC) de los estudiantes. Otro diferenciador con respecto al resto de los trabajos estudiados, es que Balasubramanian y Margret (2016) consideran un enfoque netamente cuantitativo en cuanto a sus resultados (Boeren, 2019), explicado de manera detallada para cada uno de los sub-modelos que lo integran.

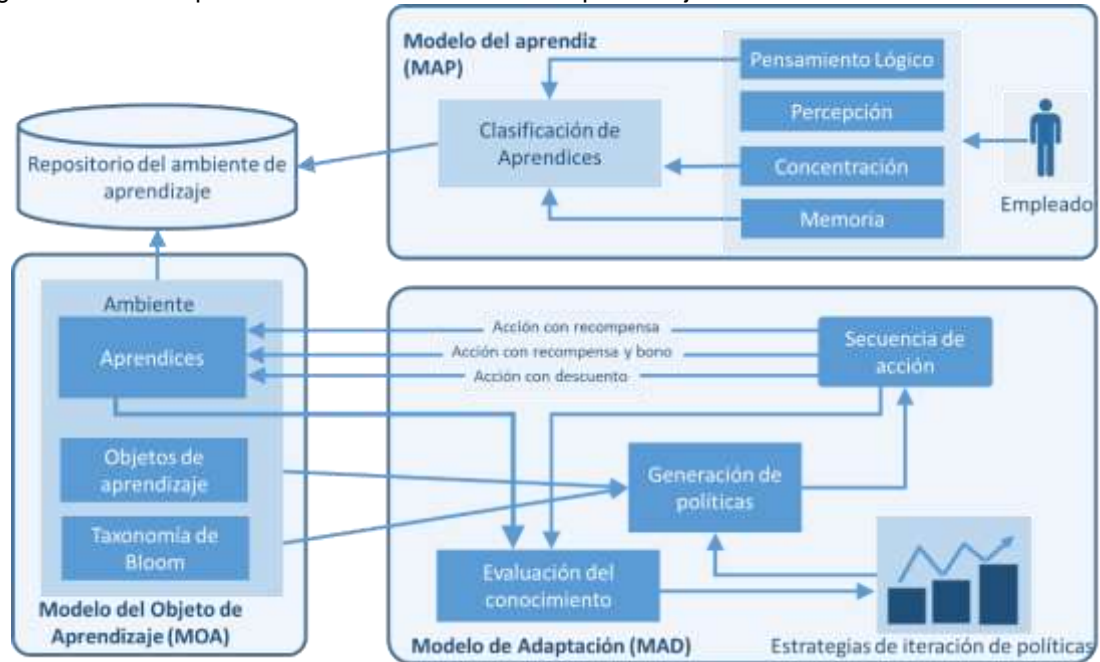
El **objeto de estudio** de la investigación realizada por Balasubramanian y Margret (2018) se construye a partir del hecho de que la detección de estilos de aprendizaje basada en la capacidad del estudiante, la evaluación basada en habilidades mentales de procesamiento y la mejora del conocimiento no se ha

abordado por completo en estudios previos. La **variable independiente** identificada para este estudio es la detección dinámica del estilo de aprendizaje, en tanto que la **dependiente** el conjunto de habilidades cognitivas (memoria, concentración, percepción y razonamiento lógico) de los estudiantes universitarios. En la intervención participaron 110 estudiantes de posgrado de la Universidad de Vellore como sujetos de estudio.

Los sub-modelos **componentes** de esta propuesta son: el modelo del aprendiz, el modelo del objeto de aprendizaje y el modelo de adaptación. En el modelo del Aprendiz se utilizan las preguntas de opción múltiple, y la normalización para la clasificación de los individuos de acuerdo a su nivel de habilidades cognitivas (memoria, concentración, percepción y pensamiento lógico). En el modelo del objeto de aprendizaje, se realiza una encuesta de opinión para mapear las habilidades cognitivas con los objetos de aprendizaje; de igual se utiliza en análisis de la varianza (ANOVA) para determinar los objetos de aprendizaje influyentes para cada habilidad. Finalmente, en el modelo de adaptación se detecta el estilo de aprendizaje dinámicamente a través de Inteligencia Artificial, en específico a través de la técnica de aprendizaje por reforzamiento (algoritmos *Q-learning* o SARSA) y se asignan los objetos de aprendizaje mediante un sistema de inferencia difuso de tipo Sugeno.

El estudio correlacionó las habilidades cognitivas con el estilo de aprendizaje para la mejora del conocimiento y, como **resultado**, se demostró que la detección del estilo de aprendizaje basada en la habilidad cognitiva sirve como una metodología favorable para la mejora del conocimiento. En la figura 2.1 se puede observar el esquema del modelo propuesto por Balasubramanian y Margret, ajustado para un ambiente laboral.

Figura 2.1 Modelo para la Detección de estilos de aprendizaje en un ambiente laboral



Nota: Diagrama traducido del artículo de Balasubramanian y Margret (2018)

2.2.3. Modelo para el aprendizaje y evaluación adaptativa mediante el análisis de las competencias cognitivas.

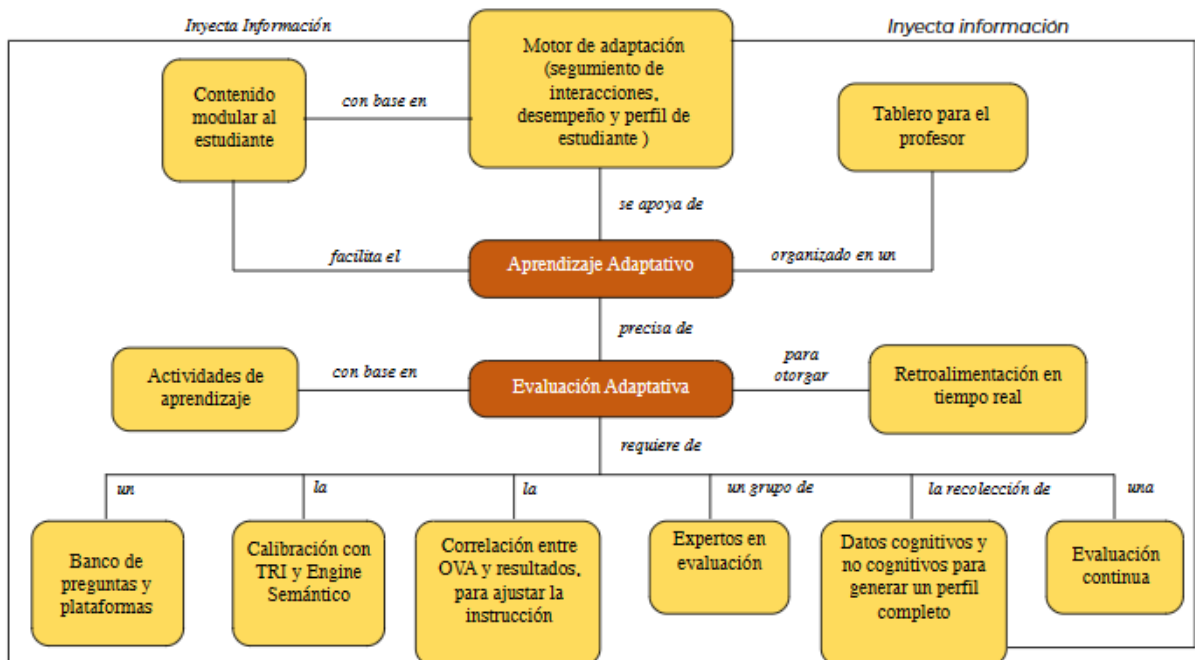
En el estudio no. 10, Azcorra y Gallardo (2022) presentan un modelo en el que distinguen el aprendizaje adaptativo de la evaluación adaptativa. Para ellas, el aprendizaje adaptativo facilita el contenido modular al estudiante con base en un motor de adaptación, en el cual se da seguimiento a las interacciones, desempeño y perfil del estudiante y se encuentra organizado desde el tablero del profesor en un entorno LMS.

Por su parte, la evaluación adaptativa utiliza actividades de aprendizaje para otorgar retroalimentación en tiempo real. La evaluación adaptativa requiere de un banco de preguntas y plataformas, la calibración con el uso de un motor semántico, la correlación entre objetos virtuales de aprendizaje (OVA) y resultados para ajustar la instrucción, un grupo de expertos de evaluación, la recolección de datos cognitivos y no cognitivos, y de la evaluación continua.

El **objeto de estudio** de este trabajo es el nivel de dominio de los estudiantes de las competencias para la materia de álgebra dentro del contexto de una institución de educación media superior en el sureste de México. Las **variables dependientes** son la información conformada por el nivel denominado vocabulario, hechos, secuencias de eventos, generalizaciones o principios; los procedimientos mentales como la memorización y la familiarización; y los niveles de dificultad (recuperación, comprensión, análisis y utilización del conocimiento).

Por otro lado, la **variable independiente** es el diagnóstico y la trayectoria de aprendizaje personalizada de cada uno de los estudiantes. El desempeño del alumno es una variable intermedia. Los principales **componentes del modelo** son el aprendizaje adaptativo, la evaluación adaptativa y el motor de adaptación (figura 2.2). Como **resultado**, Azcorra y Gallardo (2022) obtienen que un diagnóstico para conformar las trayectorias de aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a su perfil personal genera un mejor desempeño de estos, en este caso, para la asignatura de álgebra.

Figura 2.2. Relación del Aprendizaje Adaptativo y la Evaluación Adaptativa.



Nota: Diagrama de acuerdo a información de Azcorra y Gallardo (2022)

2.3. Modelos de aprendizaje adaptativo que incorporan el uso de la realidad virtual (VR).

Véliz, Madrigal y Kugurakova (2021) en el estudio no. 9 realizan una revisión sistemática de las propuestas de aprendizaje adaptativo que incorporan el uso de la realidad virtual. Es una constante dentro de los trabajos que se incluyeron en esta revisión sistemática que el **objeto de estudio** sea el desempeño de los estudiantes en entornos de gamificación apoyados en realidad virtual.

Las variables de estudio son muy diversas dependiendo del enfoque abordado en los estudios analizados, sin embargo, los autores de la revisión concluyen en que un modelo de aprendizaje adaptativo adecuado que emplee realidad virtual debe incluir: un sub-modelo de usuario o aprendiz; un sub-modelo de adaptación basado en el aprendizaje por refuerzo ya que varios de los trabajos revisados incluyen esta técnica de adaptabilidad; un sub-módulo de retroalimentación el cual indica al sub-modelo de adaptación a realizar los ajustes pertinentes si alguna de las variables o indicadores sufre alguna modificación; y finalmente la optimización de los recursos empleados dentro del modelo general.

2.4. Análisis comparativo de los modelos y sistemas de aprendizaje adaptativo

En esta sección se presenta un análisis comparativo entre los estudios anteriormente descritos. Se utilizan seis categorías de análisis: objeto de estudio; variables de estudio; sujetos de estudio; metodología empleada y sus módulos componentes o fases de integración; técnicas de inteligencia artificial; y resultados obtenidos y conclusiones. Este análisis permitirá identificar las similitudes y diferencias, así como las ventajas y desventajas que ofrece cada modelo propuesto.

Objeto de Estudio.

El común denominador de las problemáticas presentadas es que, para los contextos presentados, existe una falta de adaptabilidad en el proceso de aprendizaje de los sujetos de estudio (ver tabla 2). El trabajo de Velandia (2016)

refiere como problema el bajo rendimiento académico de los estudiantes, mientras que el trabajo de Battou (2017) indica que la falta de motivación de los estudiantes es debida no únicamente a una falta de adaptabilidad sino también a la falta de involucramiento de los estudiantes en el diseño del sistema adaptativo.

Qodad et al. (2016), Indican que no se han abordado las necesidades de las organizaciones en el desarrollo de competencias para los candidatos a ocupar un puesto o posición específica. Es el único estudio analizado con un enfoque laboral. Shawky y Badawi (2018), problematizan sobre la falta de estudio de las habilidades metacognitivas de los estudiantes, ya que los estudios previos solo toman en cuenta el conocimiento. Más ambicioso resulta el trabajo de Balasubramanian y Margret (2018), ya que establecen como problema de estudio el hecho de que no se ha abordado con anterioridad la detección personalizada de estilos de aprendizaje del estudiante con base en sus habilidades cognitivas.

Velandia (2016), Shawky y Badawi (2018) y Balasubramanian y Margret (2018) parten del estudio de las habilidades cognitivas/metacognitivas de los estudiantes, Lwande, Muchemi y Oboko (2021) analizan los perfiles cognitivos, mientras que Qodad et al. (2016) se basan en el modelo de Felder y Silverman para la detección de estilos de aprendizaje, al igual que Velandia (2016). Por su parte Battou (2017) parte de modelos de desarrollo de sistemas con diseño ágil y centrado en el usuario. Azcorra y Gallardo (2022) analizan las competencias de los alumnos para una materia en específico. Todos estos estudios proponen un modelo de aprendizaje adaptativo.

El estudio de Duque, Ovalle y Carrillo (2020) analizan el impacto que tiene un sistema basado en reglas de producción que considere las características y el perfil de los estudiantes, incluyendo su estilo de aprendizaje, sobre el desempeño de los estudiantes. Por otra parte, Tabares, Duque y Fabregat (2020) consideran que no se han cubierto las expectativas generadas por los modelos y sistemas de aprendizaje adaptativo debido a problemas como falta de esquemas genéricos de personalización y de disponibilidad de contenidos educativos adecuados a las

condiciones específicas y dificultades en la captura y actualización del perfil del estudiante y de implementación en plataformas reales. Con base en esta problemática proponen un modelo versátil.

Variables de Estudio.

Cada estudio establece variables diferentes (ver tablas 2a y 2b), y esto se debe a los diferentes abordajes y enfoques de los modelos de aprendizaje adaptativos propuestos, así como a la problemática que solventan y el contexto en el que se desarrollan. El estudio de Velandia (2016) establece que la aplicación de un Recurso Educativo Digital Adaptativo incide en las habilidades cognitivas para el pensamiento algorítmico de los estudiantes. Muy semejante es el estudio de Balasubramanian y Margret (2018) que estudian la incidencia del aprendizaje adaptativo sobre las habilidades cognitivas a través de la detección dinámica del estilo de aprendizaje a diferencia de Velandia (2016); Qodad et al. (2016); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); Tabares, Duque y Fabregat (2020) y Lwande, Muchemi y Oboko (2021) los cuales se basan el modelo de Felder-Silverman.

Metodología empleada y sus módulos componentes o fases de integración.

Todos los modelos analizados se apoyan en la teoría constructivista, y coinciden en su mayoría en su estructura modular (ver tablas 3a y 3b). El modelo de aprendiz o estudiante encontrado en los trabajos de Qodad et al. (2016); Battou (2016); Balasubramanian y Margret (2018); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020) es el equivalente al módulo del estudiante de Velandia (2016); el modelo o módulo de dominio utilizado por Velandia (2016), Qodad et al. (2016), Battou (2016) y Tabares, Duque y Fabregat (2020) es similar al modelo del objeto de aprendizaje empleado por Balasubramanian y Margret (2018).

El modelo de adaptación que aparece en los trabajos de Qodad et al. (2016); Battou (2016); Balasubramanian y Margret (2018); y Tabares, Duque y Fabregat (2020) tiene la misma funcionalidad que el modelo pedagógico de la investigación

realizada por Velandia (2016). Por otro lado, Shawky y Badawi (2018) proponen un diseño por etapas.

Técnicas de inteligencia artificial

Éstas son empleadas en el modelo de adaptación. Los estudios de Shawky y Badawi (2018), y de Balasubramanian y Margret (2018) utilizan el aprendizaje por reforzamiento; una técnica similar es empleada en trabajo de Battou (2016). Los árboles de decisiones, las redes neuronales, la regresión lineal, los vectores de agrupamiento, las reglas de asociación, el análisis de varianza y los algoritmos genéticos son técnicas utilizadas en el trabajo de Velandia (2016).

Por otro lado, Qodad et al. (2016) no utilizan técnicas de inteligencia artificial para la adaptación sino solo un algoritmo simple que compendia los objetos de aprendizaje que ya han sido tomados por los participantes. Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020), utilizan únicamente técnicas de inferencia para la asignación de contenidos a los estudiantes las cuales se basan en el modelo de Felder y Silverman.

2.5. Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas al Aprendizaje Adaptativo

Como puede observarse en los trabajos anteriormente expuestos, existen algunas técnicas de Inteligencia Artificial que se han aplicado a los Modelos y Sistemas de Aprendizaje Adaptativo. De acuerdo a Quintanar y Hernández (2022) las técnicas que han sido más utilizadas son las redes neuronales y el aprendizaje por reforzamiento.

Otra técnica que ha sido utilizada en algunos estudios es la Lógica Difusa, de la cual se ahondará en ella más adelante. En la actualidad existen herramientas y técnicas de Inteligencia Artificial como las englobadas por el Aprendizaje Profundo o *Deep Learning*, y otras más de uso reciente como el procesamiento de textos para

el análisis de sentimientos y la evaluación automática de ensayos que pueden potenciar en gran medida los resultados del aprendizaje adaptativo.

En la figura 2.3 se puede observar la clasificación de las técnicas de inteligencia artificial existentes en la actualidad, mientras que en la figura 2.4 se ilustran los diferentes tipos de aprendizaje automático o *machine learning*. En esta sección se hace revisión de las técnicas y herramientas que pueden ser aplicadas al aprendizaje adaptativo como lo son el aprendizaje por refuerzo, las redes neuronales en sus tres variantes (artificiales, convolucionales y recurrentes), la lógica difusa y la evaluación automática de ensayos (AES).

Figura 2.3 Clasificación de la Técnicas de Inteligencia Artificial



Nota: Traducción del diagrama original encontrado en Mehra, S. y Hasanuzzaman, M. (2020).

Figura 2.4 Clasificación de la Técnicas de Aprendizaje Automático



Nota: Esquema obtenido de Quintanar-Casillas y Hernández-López (2022)

2.5.1. Aprendizaje por refuerzo

El aprendizaje por refuerzo se basa en el Proceso de Decisión de Markov, el cual define la forma de aprender a realizar acciones dependiendo de una situación en particular, para maximizar la recompensa en la búsqueda de cumplir con un objetivo. El estudiante o agente debe descubrir qué acciones producen mayor recompensa, en otras palabras, se aprende con base en la exploración y la experiencia.

En los casos más interesantes y desafiantes, las acciones pueden afectar no solo la recompensa inmediata sino también la siguiente situación y, a través de eso, todas las recompensas posteriores (Sutton & Barto, 2017). El aprendizaje por refuerzo se diferencia del aprendizaje supervisado, ya que en el segundo se aprende de un conjunto de datos de entrenamiento etiquetados proporcionados por un supervisor externo (ibid).

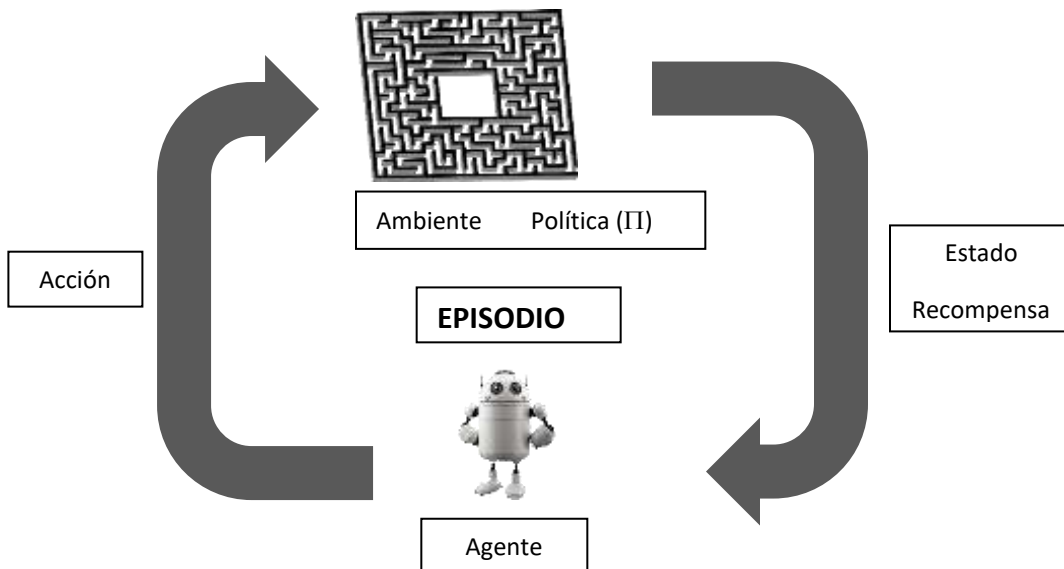
Por otro lado, el aprendizaje por refuerzo también se diferencia del aprendizaje no supervisado, porque este último tiene como objetivo encontrar patrones en grupos de datos sin etiquetar. Por lo tanto, después del aprendizaje supervisado y

el aprendizaje no supervisado, se puede considerar que el aprendizaje por refuerzo es un tercer paradigma de aprendizaje automático.

Los elementos del aprendizaje por refuerzo son el agente, el ambiente, los estados, las acciones, la política, la recompensa, la función valor y, opcionalmente, un modelo del ambiente (figura 2.5). El ambiente es el entorno con el cual el agente interactúa durante su aprendizaje. El agente es el ente que aprende a conseguir la máxima recompensa a través de las acciones que tome dentro de un determinado ambiente. Cada que un agente toma una acción, se obtiene del ambiente un nuevo estado y una recompensa, ya sea positiva, negativa o nula, la cual se suma a las recompensas obtenidas en los pasos anteriores, definiéndose el paso como el momento en el cual el agente toma una determinada acción.

Un episodio se define como un número determinado de pasos (duración) que configura el programador. Al término de un episodio se calcula la recompensa total con la finalidad de evaluar el aprendizaje del agente. Una política (π), por su parte, define la forma en que el agente aprenderá durante el episodio. En lo que refiere al concepto de valor, este es una predicción de la recompensa y se liga a la función valor.

Figura 2.5. Elementos del Aprendizaje por Refuerzo



Un término que se utiliza de igual forma en el Proceso de Decisión de Markov es el del factor de descuento (γ). Por lo general, es un valor que oscila entre 0 y 1, y controla la importancia de las recompensas futuras. Es muy común utilizar el factor de descuento para dar un mayor peso o importancia a las recompensas recibidas de forma más inmediata que a las recompensas recibidas en el futuro. De esta manera, la fórmula para el cálculo de una recompensa total con descuento sería (Alzantot, 2017):

$$\text{Recompensa total con descuento} = r_1 + \gamma r_2 + \gamma^2 r_3 + \gamma^3 r_4 + \dots$$

es decir,

$$\text{Recompensa total con descuento} = \sum_{i=1}^T \gamma^{i-1} r_i$$

en donde T es el horizonte, o duración del episodio.

La función valor representa que tan bueno es para un agente estar en un determinado estado. Se denota como $V(s)$, y es igual a la recompensa total esperada por un agente que inicia desde un estado s . La función valor depende de la política con la cual el agente toma acciones para alcanzar la meta o metas. Entonces, si el agente utiliza una política π para elegir las acciones que tomará, la función valor correspondiente estará dada por:

$$V^\pi(s) = \mathbb{E}\left[\sum_{i=1}^T \gamma^{i-1} r_i\right] \quad \forall s \in \mathbb{S}$$

Entre todas las posibles funciones valor, existe una función valor óptima que tiene un valor más alto que otras funciones para todos los estados.

$$V^*(s) = \max_{\pi} V^\pi(s) \quad \forall s \in \mathbb{S}$$

La política óptima π^* es la política que corresponde a la función valor óptima:

$$\pi^* = \arg \max_{\pi} V^\pi(s) \quad \forall s \in \mathbb{S}$$

Además de la función valor para un determinado estado, los algoritmos de aprendizaje por refuerzo introducen otra función que es la función Q del par estado-acción. Q es una función de un par estado-acción y devuelve un valor real.

$$Q : S \times A \rightarrow \mathbb{R}$$

De la función Q, se desprende la fórmula que determina el algoritmo Q (*Q-learning*):

$$Q^{nuevo}(s_t, a_t) \leftarrow (1 - \alpha) \cdot \underbrace{Q(s_t, a_t)}_{\substack{\text{valor} \\ \text{viejo}}} + \underbrace{\alpha}_{\substack{\text{tasá de} \\ \text{aprendizaje}}} \cdot \left[\underbrace{r_t}_{\substack{\text{recompensa}}} + \underbrace{\gamma}_{\substack{\text{factor de} \\ \text{descuento}}} \cdot \underbrace{\max_a Q(s_{t+1}, a)}_{\substack{\text{estimación del valor} \\ \text{futuro óptimo}}} \right]$$

dónde r_t es la recompensa obtenida por pasar de un estado s_t a un estado s_{t+1} , y α es el índice de aprendizaje ($0 < \alpha \leq 1$). Un episodio termina cuando s_{t+1} es el estado final.

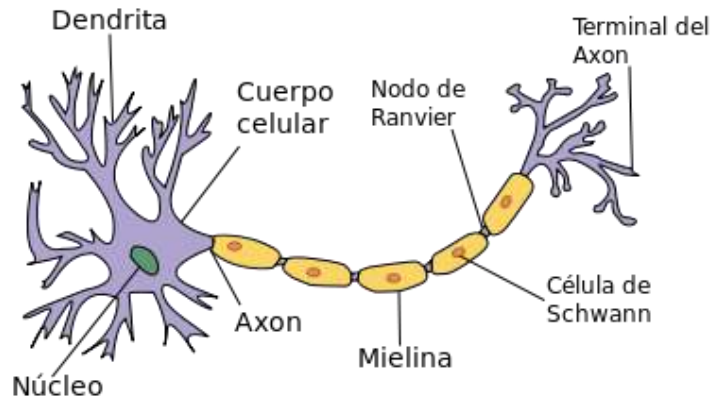
2.5.2. Redes Neuronales

Con el fin de comprender el funcionamiento de las redes neuronales, en primera instancia es necesario entender el funcionamiento de las neuronas en el cuerpo humano. El sistema nervioso central del ser humano se compone de dos tipos principales de células: las neuronas y las células gliales. Cada neurona tiene un cuerpo celular compuesto por miles de dendritas, que son la prolongación del tejido que recibe información de otras células, y un axón, que es una trama de tejido que envía mensajes hacia otras células. La mielina rodea al axón y permite el viaje de las señales. Los axones tienen una estructura ramificada que se conecta con las terminales de las dendritas. A esta conexión se le conoce como sinapsis y permite que los mensajes viajen de una neurona. En la figura 2.6 se muestra la organización neuronal.

El cerebro contiene a la corteza o córtex cerebral, sustancia gris que cubre la superficie de los hemisferios cerebrales. Este cortex se divide en otros cortex llamados áreas de Brodmann. Una de estas áreas es la corteza visual primaria V1

la cual ha servido como base de estudio para el desarrollo de las redes neuronales artificiales.

Figura 2.6. Estructura de una neurona



Nota: Ilustración obtenida de Biología-Geología.com

https://biologia-geologia.com/BG3/721_la_neurona.html

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) consisten en un conjunto de elementos simples de procesamiento llamados nodos o neuronas conectadas entre sí por conexiones que tienen un valor numérico modificable llamado peso (Mercado, Pedraza y Martínez, 2015). El funcionamiento de una RNA se basa en sumar los valores de las entradas que recibe de otras unidades conectadas a ella, y comparar el resultado con un valor umbral y, si lo iguala o supera, envía una activación o salida a las unidades a las que esté conectada. De esta forma una RNA se comporta de forma semejante a una neurona biológica, pero con funcionamiento simple (tabla 2.2)

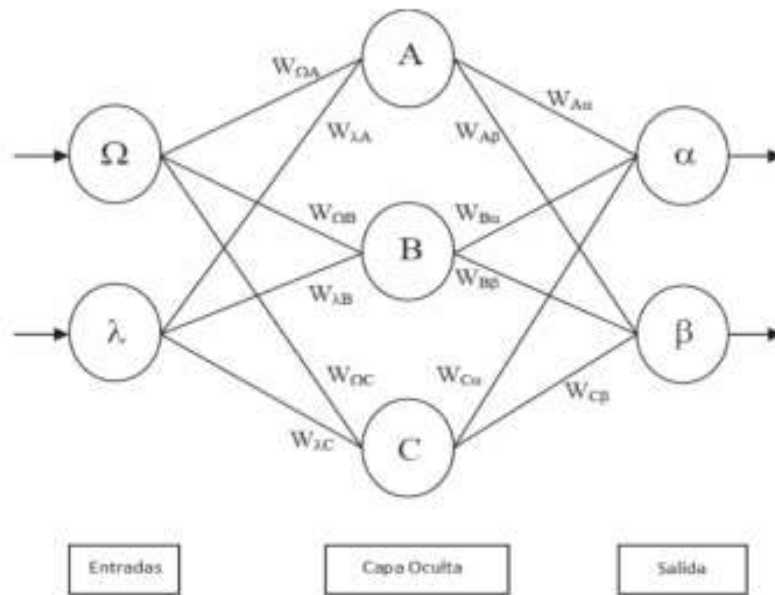
Tabla 2.2. Analogía entre una neurona biológica y una neurona artificial

Neurona biológica	Neurona artificial
Soma	Neurona
Dendrita	Entrada
Axón	Salida
Sinapsis	Peso

Nota: Información de Mercado, Pedraza y Martínez (2015)

Las RNA se basan en el perceptrón, el cual es un modelo neuronal propuesto por Rumelhart y que actualmente es el componente principal y base de una red neuronal. El perceptrón es una red formada por una capa de entrada, al menos una capa oculta y una capa de salida, tal como se muestra en la figura 2.7.

Figura 2.7. Red Neuronal Perceptrón Multicapa



Nota: Información de Mercado, Pedraza y Martínez (2015)

El algoritmo más popular de aprendizaje para el perceptrón es *backpropagation*, propuesto por Yan LeCun en 1998, el cual consiste en utilizar el error generado por la red y propagarlo hacia atrás. Una de las variaciones del perceptrón es la red neuronal convolucional.

2.5.3. Redes Neuronales Convolucionales

Uno de los tipos de redes neuronales es la red neuronal convolucional en la cual las neuronas corresponden a campos receptivos de una manera muy similar a las neuronas en la corteza visual primaria de un cerebro biológico (Mota, Juárez y Olgúin, 2018), por lo que son muy efectivas en la clasificación y segmentación de imágenes. Este tipo de red neuronal puede tomar una imagen y procesarla hasta que ser interpretada.

El término convolución proviene de la operación matemática homónima que transforma dos funciones f y g en una tercera función. Llevado esto a la práctica, por ejemplo, cuando una persona observa una imagen del sol, y después lo dibuja, área por área, está realizando una convolución. Una red convolucional es una sucesión de pasos que transformarán lo que se observa en un estado de clasificación.

En el experimento de dibujar el sol, un humano transforma un área a la vez con su ojo y con el lápiz, y repite esto para cada zona. Esa repetición matemática que realiza es el *kernel* o núcleo. Usar un *kernel* por área es la forma más rápida de dibujar. Para los seres humanos, de hecho, es la única forma en que poder dibujar. Una red neuronal convolucional se basa en este proceso (Rothman, 2018).

2.5.4. La lógica difusa y los sistemas de inferencia.

En la actualidad muchas aplicaciones utilizan sistemas de control basados en lógica difusa. Dentro de la gama de ejemplos que se pueden encontrar en la vida real están: controles para el lavado de ropa en donde la cantidad de agua depende del nivel de humedad y peso de la carga; controles para el riego de jardines en donde la cantidad de agua esparcida y el tiempo de riego dependen de la humedad relativa y la humedad del jardín.

En otros ejemplos se tiene que Franco-López, Uribe y Mosalve (2018) desarrollaron una metodología desde la perspectiva de la lógica difusa para la medición del capital humano y estructural en los centros de investigación. Por su parte, Salas y Flores (2017) proponen realizar el cálculo de la calidad del empleo en México a partir de dos índices multidimensionales, uno basado en conjuntos de lógica difusa y otro de tipo sintético.

Argote-Cusi (2018) propone el uso de la lógica difusa en proyecciones de población para el caso de México y Rosales (2020) propone para las regiones

agrícolas de Colima, un sistema difuso Takagi-Sugeno para monitoreo de humedad y temperatura de cultivos de plátano. Cabe resaltar que en este último trabajo se realiza el desarrollo del control difuso en el lenguaje de programación Python con apoyo de la librería skfuzzy, elementos usados para el desarrollo del control difuso empleado en la presente investigación, el cual se describe más adelante.

La lógica difusa se basa en la noción de pertenencia relativa graduada, inspirada en los procesos de percepción y cognición humanos; es una lógica paraconsistente que identifica fracciones de valores verdaderos entre 0 y 1 de forma gradual (Singh, Gupta, Meitzler, Hou, Garg, Solo, y Zadeh, 2013). Por lo cual, en los conjuntos difusos, a diferencia de los conjuntos certeros, los elementos tienen un grado de membresía o pertenencia cuyo valor se encuentra entre 0 y 1. Un elemento, entonces, puede pertenecer a más de un grupo y en cierto grado.

Para un conjunto X cualquiera, una función de pertenencia o membresía para X es cualquier función para X que toma valores entre 0 y 1. La función de membresía que representa a un conjunto difuso A se denota por μ_A . Para un elemento x de X , el valor $\mu_A(x)$ se llama grado de pertenencia o membresía de x al conjunto difuso A . La teoría de conjuntos que se enseña de forma tradicional es la de los conjuntos certeros. Existe una equivalencia entre las operaciones de los conjuntos certeros y los conjuntos difusos.

Por ejemplo, la unión en conjuntos certeros es equivalente al máximo entre funciones de membresía de conjuntos difusos, mientras que la intersección en conjuntos clásicos o certeros es equivalente al mínimo en lógica difusa. La mayoría de las propiedades de la teoría de conjuntos certeros aplican para los conjuntos difusos. Esto se puede observar en la tabla 2.3

Tabla 2.3 Operadores lógicos certeros y difusos

Operación	Unión		Intersección	
	Certero	Difuso	Certero	Difuso
Conmutativa	$A \cup B = B \cup A$	$\max(\mu_A, \mu_B) = \max(\mu_B, \mu_A)$	$A \cap B = B \cap A$	$\min(\mu_A, \mu_B) = \min(\mu_B, \mu_A)$
Asociativa	$A \cup (B \cup C) = (A \cup B) \cup C$	$\max(\mu_A, \max(\mu_B, \mu_C)) = \max(\mu_A, \mu_B, \mu_C) = \max(\max(\mu_A, \mu_B), \mu_C)$	$A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap C$	$\min(\mu_A, \min(\mu_B, \mu_C)) = \min(\mu_A, \mu_B, \mu_C) = \min(\min(\mu_A, \mu_B), \mu_C)$
Distributiva	$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$	$\max(\mu_A, \min(\mu_B, \mu_C)) = \min(\max(\mu_A, \mu_B), \max(\mu_A, \mu_C))$	$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$	$\min(\mu_A, \max(\mu_B, \mu_C)) = \max(\min(\mu_A, \mu_B), \min(\mu_A, \mu_C))$
Transitiva	Si $A \subseteq B$ y $B \subseteq C$ entonces $A \subseteq C$	Si $\mu_A \leq \mu_B$ y $\mu_B \leq \mu_C$ entonces $\mu_A \leq \mu_C$	Si $A \supseteq B$ y $B \supseteq C$ entonces $A \supseteq C$	Si $\mu_A \geq \mu_B$ y $\mu_B \geq \mu_C$ entonces $\mu_A \geq \mu_C$
Identidad	$A \cup \emptyset = A$ $A \cup X = X$	$\max(\mu_A, 0) = \mu_A$ $\max(\mu_A, 1) = 1$	$A \cap \emptyset = \emptyset$ $A \cap X = A$	$\min(\mu_A, 0) = 0$ $\min(\mu_A, 1) = \mu_A$
Idempotencia	$A \cup A = A$	$\max(\mu_A, \mu_A) = \mu_A$	$A \cap A = A$	$\min(\mu_A, \mu_A) = \mu_A$
Complemento	$A \cup \bar{A} = X$	No se cumple	$A \cap \bar{A} = \emptyset$	No se cumple
Leyes de Morgan	$\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}$	$1 - \max(\mu_A, \mu_B) = \min(1 - \mu_A, 1 - \mu_B)$	$\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$	$1 - \min(\mu_A, \mu_B) = \max(1 - \mu_A, 1 - \mu_B)$
Involutiva	$\overline{\bar{A}} = A$	$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A = 1 - (1 - \mu_A) = \mu_A$	$\overline{\bar{A}} = A$	$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A = 1 - (1 - \mu_A) = \mu_A$

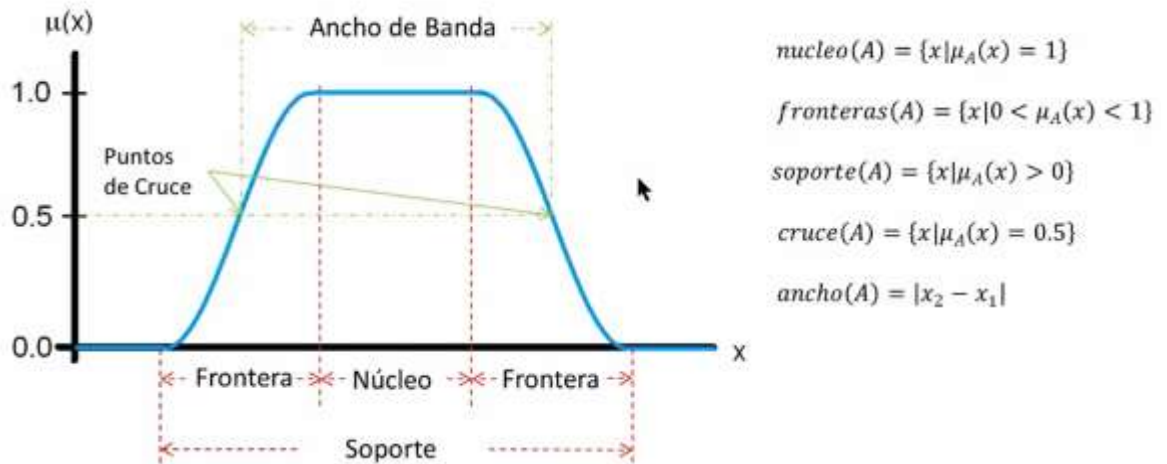
Notas: X es el Universo y A un conjunto, en donde $A \in X$, con base en Zamora (2015).

Las funciones de membresía se integran de una serie de elementos (ver figura 2.8) que se describen a continuación:

- Núcleo: Es la sección de la superficie de la curva que representa a la función de membresía conformada por los valores más altos.
- Fronteras: Es la sección de la superficie de la curva que representa a la función de membresía conformada por los valores que son menores a uno y mayores a cero.
- Soporte: Es la sección de la superficie de la curva que representa a la función de membresía conformada por todos los valores mayores a cero.
- Puntos de cruce: Son los puntos en los que el grado de membresía es igual a 0.5

- e) Ancho de banda: Es la sección de la superficie de la curva que representa a la función de membresía conformada por todos los valores que quedan entre los puntos de cruce.

Figura 2.8 Elementos de la función de membresía



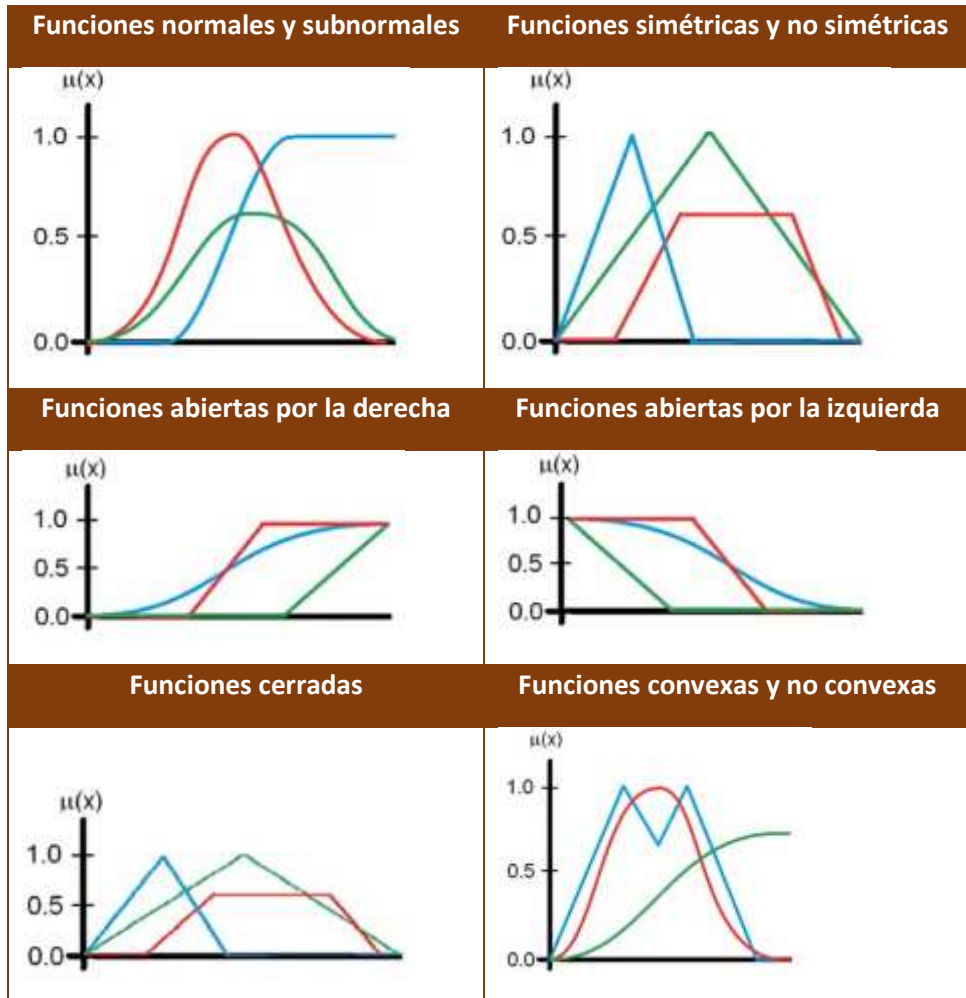
Nota: Gráfica obtenida de Zamora (2015)

Las funciones de membresía se pueden clasificar de diferentes maneras: a) Funciones normales las cuales tienen un valor máximo de uno, y subnormales, las cuales tienen un valor máximo menor a uno; b) Funciones simétricas y no simétricas; c) Funciones abiertas por la derecha, funciones abiertas por la izquierda y funciones cerradas; y d) Funciones convexas y no convexas, las funciones convexas satisfacen la condición:

$$\mu_A(x_1\lambda + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)) \quad \forall x_1, x_2 \in X, \forall \lambda \in [0,1]$$

Siendo x_1 y x_2 valores dentro del universo de discurso X , los $\mu_A(x_1)$, $\mu_A(x_2)$ los grados de membresía de x_1 y x_2 respectivamente y λ una constante entre 0 y 1. En la figura 2.9 se puede observar la representación gráfica de las funciones antes descritas.

Figura 2.9 Clasificación de las funciones de membresía



Nota: Gráficas realizadas con información de Zamora (2015)

Algunos de los tipos de funciones de membresía son la función triangular y la función trapezoidal. En el presente trabajo de investigación se utilizan las funciones triangulares para representar el grado de membresía de los sujetos de estudio a los grupos que se definen posteriormente. Los modelos matemáticos de estas funciones se muestran en las figuras 2.10 y 2.11. Otras funciones que pueden utilizarse como funciones de membresía son la curva gaussiana, la campana generalizada y la función sigmoideal.

Figura 2.10 Función triangular

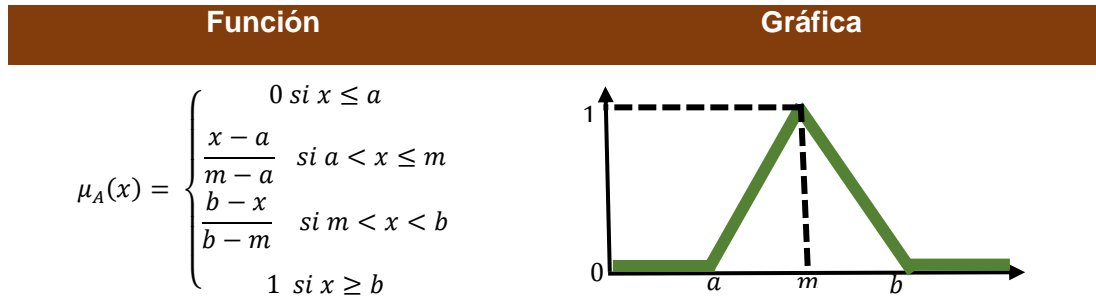
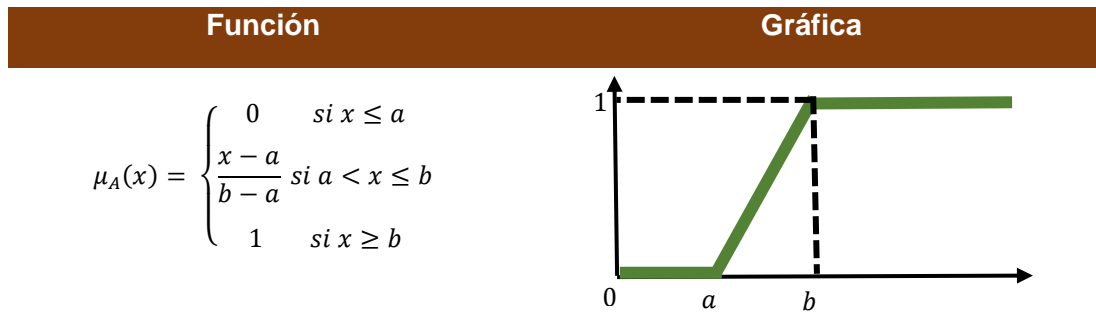


Figura 2.11 Función trapezoidal abierta por la derecha



En la lógica clásica se tienen proposiciones clásicas en donde una sentencia p o q puede ser verdadera (1) o falsa (2), y se pueden realizar operaciones sobre ellas tales como conjunción (si p y q), disyunción (si p o q), negación (si no ocurre p), implicación (si p entonces q), equivalencia (verdadera solo si p es igual a q), disyunción exclusiva (verdadera solo si p es diferente de q) y disyunción exclusiva negada. El resultado de estas operaciones se puede observar en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Operaciones lógicas en conjuntos ciertos

Sentencia	Sentencia	Conjunción	Disyunción	Negación	Implicación	Equivalencia	Disyunción exclusiva	Disyunción exclusiva negada
p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$\neg p$	$p \rightarrow q$	$p \leftrightarrow q$	$p \underline{\vee} q$	$\overline{p \underline{\vee} q}$
0	0	0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1	0	1

Nota: Los valores de 0 y 1 corresponden a los valores lógicos de Falso y Verdadero respectivamente, con base en información de Hackeando Tec (2015).

Por otro lado, una proposición difusa es una sentencia cuya veracidad puede tomar valores entre 0 y 1. En la tabla 2.5 se pueden observar las funciones de operación sobre estas veracidades que se tienen en la lógica difusa.

Tabla 2.5 Operaciones lógicas en conjuntos difusos

Operación	Función
Conjunción	$V(p \wedge q) = \min(V(p), V(q))$
Disyunción	$V(p \vee q) = \max(V(p), V(q))$
Negación	$V(\bar{p}) = 1 - V(p)$
Implicación	$V(p \rightarrow q) = V(\bar{p} \vee q) = \max(1 - V(p), V(q))$
Equivalencia	$V(p \leftrightarrow q) = V[(p \wedge q) \vee (\bar{p} \wedge \bar{q})] = \max\{\min[V(p), V(q)], \min[1 - V(p), 1 - V(q)]\}$

Nota: Información obtenida de Zamora (2015).

Dentro del razonamiento difuso se define una variable lingüística denotada por x la cual pertenece a un universo de discurso X , en donde $T(x)$ representa a todos los valores lingüísticos que puede aceptar la variable, G es la regla sintáctica que genera los valores lingüísticos y M es la regla semántica que asocia cada término lingüístico con su significado. Para efectos de la presente investigación los valores lingüísticos que se toman en consideración son bajo, medio y alto, es decir, $T(x) = \{bajo, medio, alto\}$. En esto se profundizará a mayor detalle en los siguientes capítulos.

Otro concepto importante dentro de la lógica difusa son las reglas difusas. Una de las formas más comunes de reglas difusas son las de tipo *Si x es A , entonces y es B* , en donde x y y son variables lingüísticas y A y B son valores lingüísticos. Algunos ejemplos de estas reglas son: a) si la presión es alta, entonces el volumen es grande; b) si la carretera es sinuosa, entonces la carretera es peligrosa; y c) si el jitomate está rojo, entonces el jitomate está maduro. Para estas reglas difusas existen dos tipos de interpretación matemática: a) la relación difusa, $R = A \times B$ (producto cartesiano); y b) la implicación difusa, $I = A \rightarrow B$ (Zamora, 2015).

Una de las estructuras de razonamiento difuso más utilizadas en la vida real, que frecuentemente se utilizan en la conformación de controladores difusos es el *Modus Ponens Difuso*, en el cual se tienen dos premisas (la primera es un hecho y la segunda es una regla), y una conclusión. Esta estructura se puede interpretar de

forma matemática mediante un conjunto difuso, un producto cartesiano y una composición (ver tabla 2.5).

Tabla 2.5 Modus Ponens Difuso

Premisa 1 (Hecho)	$x \text{ es } A'$	A'
Premisa 2 (Regla)	$\text{si } x \text{ es } A, \text{ entonces } y \text{ es } B$	$R = A \times B$
Conclusión	$y \text{ es } B'$	$B' = A' \circ R$

Nota: Información obtenida de Zamora (2015).

En la práctica existen sistemas que utilizan las reglas difusas para realizar inferencias y dependiendo del estado de las entradas arrojará uno o varios valores de salida. A estos sistemas se los conoce como Sistemas de Inferencia Difusos o *FIS* por sus siglas en inglés, y en la vida real son la parte central de los Controladores Difusos que tienen un amplio rango de aplicación como ya se describió al principio de esta sección.

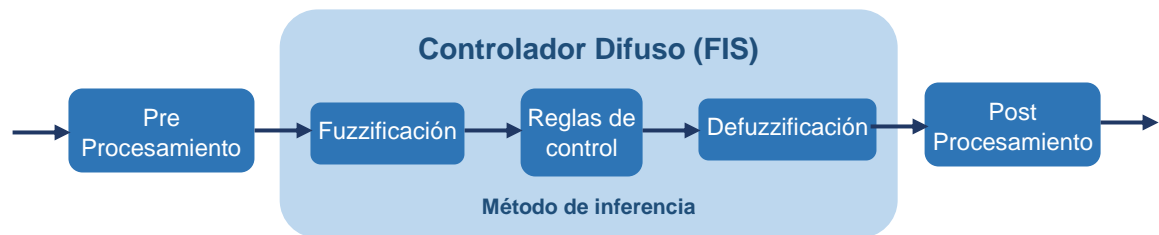
Un sistema de inferencia difuso (FIS) es un método aplicado para la interpretación de valoraciones subjetivas e incorpora el conocimiento de uno o varios sujetos que tienen una amplia experiencia en un tema determinado (Enciso, Costa y Campo, 2013). Un FIS se compone de cinco etapas: Pre-procesamiento, fuzzificación, reglas de control, defuzzificación y post-procesamiento, además de utilizarse un método de inferencia. De acuerdo a Curi-Montero y Acuña-Lazaro (2018), la función de cada etapa es la siguiente:

- Pre-procesamiento. Acondiciona las señales antes de introducirlas al procesador digital.
- Fuzzificación. Convierte la magnitud de la señal en una cantidad difusa, obteniendo el valor de pertenencia que tiene en cada uno de los valores lingüísticos.
- Reglas de control. Es el conjunto de reglas lingüísticas si-entonces que definen cómo se debe controlar el sistema.
- Método de inferencia. Es el algoritmo que tiene como función inferir la conclusión a partir de las premisas, es decir, a partir de las señales entrantes y las reglas de control.

- Defuzzificación. Es el proceso inverso de la fuzzificación. En esta etapa se convierte el conjunto difuso resultante de la inferencia en una cantidad certera para generar la señal de control.
- Post-procesamiento. Genera la señal de control a partir de la cantidad defusificada acondicionándola al actuador.

El diagrama a bloques de un controlador difuso se puede observar en la figura 2.12.

Figura 2.12 Diagrama a bloques de un controlador difuso

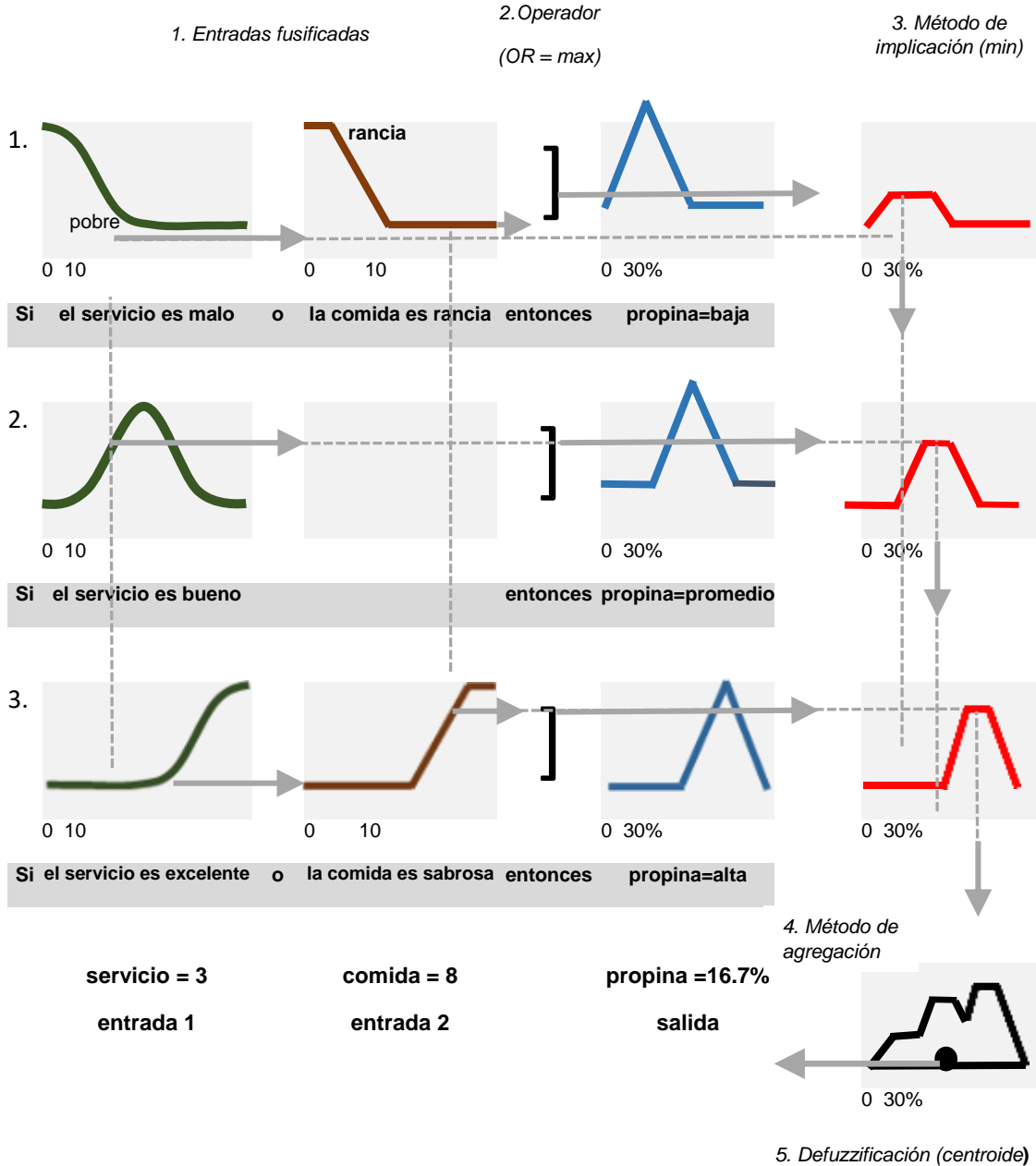


Nota: Diagrama realizado con información de Zamora (2015).

Existen diferentes tipos de Controladores difusos o FIS, los más utilizados son Mamdani y Sugeno. La inferencia difusa de Mamdani se introdujo por primera vez como un método para crear un sistema de control sintetizando un conjunto de reglas de control lingüísticas obtenidas de operadores humanos experimentados. En un sistema Mamdani, la salida de cada regla es un conjunto difuso (Mathworks, 2023).

Dado que los sistemas Mamdani tienen bases de reglas más intuitivas y fáciles de entender, son muy adecuados para aplicaciones de sistemas expertos en las que las reglas se crean a partir del conocimiento humano experto, como los diagnósticos médicos. El proceso de inferencia de un sistema Mamdani se puede observar en la figura 2.13.

Figura 2.13 Proceso de inferencia de un controlador Mamdani

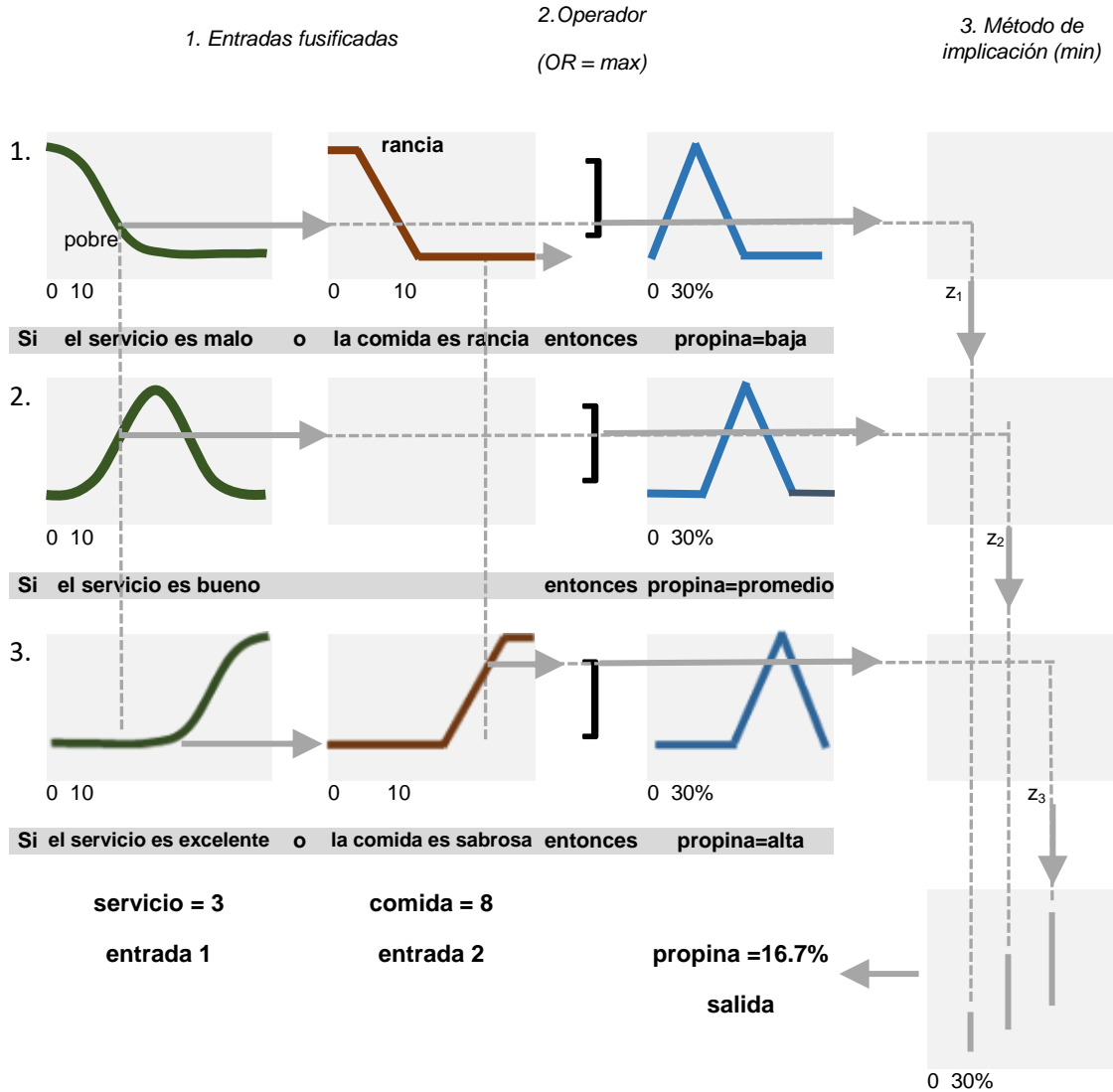


Nota: Elaboración propia con base en información de Mathworks (2023)

Por otro lado, la inferencia difusa de Sugeno, también conocida como inferencia difusa de Takagi-Sugeno-Kang, utiliza funciones de membresía de salida únicas que son constantes o una función lineal de los valores de entrada. El proceso de defuzzificación para un sistema Sugeno es más eficiente computacionalmente

comparado con el de un sistema Mamdani, ya que utiliza un promedio ponderado o una suma ponderada de algunos puntos de datos en lugar de calcular un centroide de un área bidimensional (ver figura 2.14). En el presente trabajo de investigación se utiliza un sistema de inferencia de Mamdani como parte del Modelo de Adaptación.

Figura 2.14 Proceso de inferencia de un controlador Sugeno



Nota: Elaboración propia con base en Mathworks (2023)

2.5.5. La lógica difusa en los sistemas de aprendizaje adaptativo.

De acuerdo al estudio realizado por Ennouamani y Mahan (2019), el uso de la lógica difusa en los sistemas de aprendizaje se ha extendido recientemente, lo cual se debe en gran medida a que resuelven un problema implícito en otro tipo de herramientas tecnológicas, el cual es la imprecisión. Los controles difusos, como se advirtió en líneas anteriores son utilizados en aplicaciones en las que la exactitud resulta crucial.

De esta forma, La lógica difusa se ha utilizado para lograr varios objetivos en los sistemas educativos basados en computadora. Por ejemplo, para crear pruebas de evaluación adecuadas, predecir los estilos de aprendizaje en entornos web, evaluación en un LMS basado en la web, diagnóstico de los perfiles cognitivos y la comprensión de los estudiantes, e incluso, para ofrecer consejos y sugerencias personalizadas a los estudiantes.

Mohamed, Abdeslam, y Lahcen (2017) desarrollaron un módulo de educación en línea basado en la teoría de los conjuntos difusos. Proponen la generación de actividades de aprendizaje adaptativo en un entorno virtual. Su principal argumento es que un modelo de aprendizaje se conoce por la incertidumbre de la adquisición de conocimientos, así como por el proceso de toma de decisiones, por lo tanto, utilizan la lógica difusa para modelar perfiles de aprendices con el fin de presentar la actividad de aprendizaje adecuada de forma individual.

Este sistema comienza con una recopilación de todos los datos que establecen un perfil de aprendizaje como entrada para el FIS. A través de la fuzzificación, la entrada certera se transforma en una entrada difusa utilizando funciones de membresía mitad trapezoidal, triangulares y mitad trapezoidal recta. Las reglas difusas contemplan elementos tales como la edad, el género, el nivel de conocimiento, el nivel de dificultad de la actividad de aprendizaje, así como la duración de la sesión de aprendizaje. Con las reglas se deduce actividad de

aprendizaje adecuada, la cual se extrae con la defuzzificación en función del valor proporcionado por el motor de inferencia.

En otro artículo, Hsieh, Wang, Su, y Lee, M.-C. (2012), proponen un sistema que ayuda a los estudiantes a mejorar sus competencias en el manejo del idioma inglés. En su propuesta se toman en cuenta las preferencias del estudiante, el proceso de inferencia difuso (FIS), las actualizaciones del ciclo de memoria y el proceso de jerarquía analítica para proporcionar a los estudiantes los artículos en inglés más adecuados. Las técnicas de inferencias difusas y actualizaciones del ciclo de memoria personal permiten al sistema recuperar los artículos apropiados de acuerdo con la capacidad del estudiante, así como el vocabulario deseado.

Por su parte, Salim y Haron (2006), sugirieron un marco de trabajo basado en la información difusa para la personalización de la ruta de aprendizaje. En su trabajo se toma en cuenta los recursos de aprendizaje más preferido y menos preferido. Para ello se utilizan las características de aprendizaje y los modelos pedagógicos que se basan en los factores de personalidad del estudiante determinados a través del Indicador de Tipo Myers-Briggs (MBTI).

Dado que la lógica difusa es la más adecuada para trabajar con datos de entrada imprecisos y para apoyar la descripción natural del conocimiento, la propuesta emplea técnicas de lógica difusa para permitir que el sistema clasifique la estructura del material de aprendizaje y, de esta forma, adapte la selección de los posibles recursos que son adecuados para el estudiante.

Finalmente, Bradac y Walek, (2017) proponen un sistema experto de lógica difusa para como módulo de adaptación en una plataforma e-learning. Presentan un sistema adaptativo para el aprendizaje del inglés como segunda lengua, basado en los conocimientos y características del estudiante. El enfoque propuesto se basa en un proceso de detección de las preferencias sensoriales del estudiante para decidir el contenido adecuado a entregar. Mediante un FIS se detecta el nivel de conocimientos del estudiante, lo cual, le ayuda a decidir qué parte necesaria de los

cursos le resulta adecuada, además de adaptar y presentar los materiales de aprendizaje a medida basándose en las características detectadas.

2.5.6. La evaluación automática de ensayos (AES).

La evaluación automática de ensayos o Automated Essay Scoring (AES), es una técnica de Inteligencia Artificial empleada para dar una calificación o puntuación a los textos escritos. Es una de las más importantes aplicaciones educativas del procesamiento de lenguaje natural (NLP). La gran mayoría de los trabajos sobre AES se ha centrado en la calificación holística, que resume la calidad de un ensayo con una única calificación.

Este tipo de enfoque se debe a que, en primer lugar, los corpus anotados manualmente con calificaciones holísticas están disponibles públicamente, lo que facilita el desarrollo de motores de calificación holística basados en el aprendizaje. En segundo lugar, las tecnologías de calificación holística son comercialmente valiosas, ya que con ellas es posible automatizar la calificación de los millones de ensayos escritos para pruebas de aptitud estandarizadas como el Test Escolástico de Evaluación o *Scholastic Assessment Test (SAT)* y la prueba *Graduate Record Examinations (GRE)* que son utilizadas en los procesos de admisión en las Instituciones de Educación Superior estadounidenses.

Se han realizado algunas revisiones sistemáticas de la literatura sobre propuestas de sistemas que utilizan la evaluación automática de ensayos como la de Ke y Ng (2019), en cuyo trabajo presentan las diferentes dimensiones que se han tomado en cuenta para calificar los escritos de los estudiantes (tabla 2.6). Sin embargo, el enfoque orientado a dimensiones resulta muy limitado, situación que no ocurre con el enfoque basado en características o ingeniería de características (*feature engineering*). Las características empleadas en los AES se pueden agrupar en:

a) Las características basadas en la longitud son uno de los tipos de características más importantes para AES, ya que la longitud está altamente correlacionada con la puntuación holística de un ensayo.

b) Las características léxicas pueden dividirse en dos categorías. Una categoría contiene los unigramas, bigramas y trigramas de palabras que aparecen en un ensayo. Otra categoría contiene estadísticas calculadas a partir de los n-gramas de las palabras, especialmente los unigramas.

Tabla 2.6. Diferentes dimensiones de calidad de los ensayos

Dimensión	Descripción
Gramática	Gramática
Uso	Uso de preposiciones, uso de palabras
Mecánica	Ortografía, puntuación, mayúsculas
Estilo	Elección de palabras, variedad de la estructura de la oración
Pertinencia	Pertinencia del contenido con respecto a la solicitud
Organización	Qué tan bien está estructurado el ensayo
Desarrollo	Desarrollo de ideas con ejemplos
Cohesión	Uso apropiado de frases de transición
Coherencia	Transiciones apropiadas entre las ideas
Claridad de la tesis	Claridad de la tesis
Persuasión	Convencimiento del argumento principal

Nota: Elaboración propia con base en Ke y Ng (2019)

c) Las incrustaciones, que pueden verse como una variante de las características de los n-gramas, son posiblemente una mejor representación de la semántica de una palabra/frase que los n-gramas de palabras.

d) Las características de las categorías de palabras se calculan a partir de listas de palabras o diccionarios, cada uno de los cuales contiene palabras que pertenecen a una determinada categoría léxica, sintáctica o semántica.

e) Las características relevantes para el tema codifican la relevancia del ensayo con respecto al tema para el que fue escrito.

f) Las características de legibilidad codifican la dificultad de lectura de un ensayo. La legibilidad depende en gran medida de la elección de las palabras. Aunque los buenos ensayos no deben ser demasiado difíciles de leer, tampoco deben ser demasiado fáciles de leer: en un buen ensayo, el escritor debe demostrar un amplio vocabulario y una variedad de estructuras de oraciones.

g) Las características sintácticas codifican la información sintáctica de un ensayo. Hay tres tipos principales de rasgos sintácticos: 1) las secuencias de etiquetas de parte del habla (POS) proporcionan generalizaciones sintácticas de los n-gramas de las palabras y se utilizan para codificar la falta de gramática y el estilo; 2) el árbol de análisis sintáctico se utiliza para codificar la complejidad de la estructura sintáctica de una frase; y 3) las tasas de error gramatical se utilizan para derivar rasgos que codifican la frecuencia con la que aparecen los errores gramaticales en un ensayo.

h) Las características de argumentación se calculan a partir de la estructura argumentativa de un ensayo. En consecuencia, estas características sólo son aplicables a un ensayo persuasivo, en el que hay una estructura argumentativa, y se han utilizado a menudo para predecir la capacidad de persuasión de un argumento presentado en un ensayo.

i) Las características semánticas codifican las relaciones léxicas semánticas entre las diferentes palabras de un ensayo. Hay dos tipos principales de características semánticas: las basadas en el histograma y las basadas en el marco.

j) Las características discursivas, que codifican la estructura del discurso de un ensayo, se han derivado en (1) cuadrículas de entidades, (2) árboles de la Teoría de la Estructura Retórica (TER), (3) cadenas léxicas y (4) etiquetas de función del discurso.

Ramesh y Sanampudi (2021) establecen que la mayoría de los sistemas AES utilizan tres métricas de evaluación: 1) kappa ponderado cuadrado (QWK), 2) error absoluto medio (MAE) y 3) coeficiente de correlación de Pearson (PCC). De acuerdo a Ke y Ng (2019), hay cinco corpus que han sido ampliamente utilizados para el entrenamiento y la evaluación de los sistemas AES: a) El Cambridge Learner Corpus-First Certificate in English (CLC-FCE); b) Automated Student Assessment Prize (ASAP1); c) TOEFL11; d) International Corpus of Learner English (ICLE); y e)

Argument Annotated Essays (AAE). En la tabla 2.7 se pueden observar las características, modelos y enfoques que corresponden a cada corpus.

Tabla 2.7: Rendimiento de los sistemas AES de última generación en corpus de evaluación de uso común.

Cuerpo	Sistema	Modelo evaluativo	Enfoque evaluativo	Características										Evaluación de resultados		
				L	X	E	C	P	R	S	A	M	D	QWK	PCC	MAE
CLC-FCE	Yannakoudakis and Briscoe [2012]	Holístico	Ranking	✓			✓			✓		✓	✓	-	0.749	-
ASAP	Cozma et al. [2018] (In-domain)	Holístico	Regresión			✓								0.785	-	-
	Cozma et al. [2018] (Cross-domain)	Holístico	Regresión			✓								1→2: 0.661 3→4: 0.779 5→6: 0.788 7→8: 0.649	-	-
TOEFL11	Vajjala [2018]	Holístico	Regresión	✓	✓			✓		✓			✓	-	0.8	0.4
	Wachsmuth et al. [2016]	Organización	Regresión		✓		✓	✓		✓	✓	✓		-	-	0.315
	Persing and Ng [2013]	Claridad de la tesis	Regresión		✓		✓			✓		✓		-	-	0.483
	Persing and Ng [2014]	Apego al tema	Regresión		✓		✓			✓		✓		-	0.36	0.348
ICLE	Wachsmuth et al. [2016]	Persuasión	Regresión		✓		✓	✓		✓	✓	✓		-	-	0.378
AAE	Ke et al. [2018]	Persuasión	Regresión (Neural)	✓		✓	✓		✓					-	0.236	1.035

Nota. Las características se dividen en diez categorías: basadas en la longitud (L), léxicas (X), incrustaciones de palabras (E), basadas en la categoría (C), relevantes para el mensaje (P), legibilidad (R), sintácticas (S), argumentación (A), semántica (M) y discurso (D).

Dentro de los paquetes disponibles de Inteligencia Artificial para el manejo de procesamiento de lenguaje natural (NLP) están el Natural Language Toolkit (NLTK) y Stanza, ambos desarrollados en Python. Tanto NLTK como Stanza contienen herramientas, que pueden utilizarse en una línea de producción, para convertir frases de texto escritas en lenguaje humano en listas de oraciones y palabras en términos de origen de esas palabras (lemas), sus partes de la oración y características morfológicas. Esto con el fin de realizar un análisis de dependencia de la estructura sintáctica, e identificar las entidades conformantes. NLTK ha sido ampliamente usado tanto para aplicaciones AES como para el Análisis de Sentimientos, sin embargo, no cuenta con un diccionario en español lo que hace difícil su manejo en dicho idioma al tener que agregar un módulo de traducción. Por

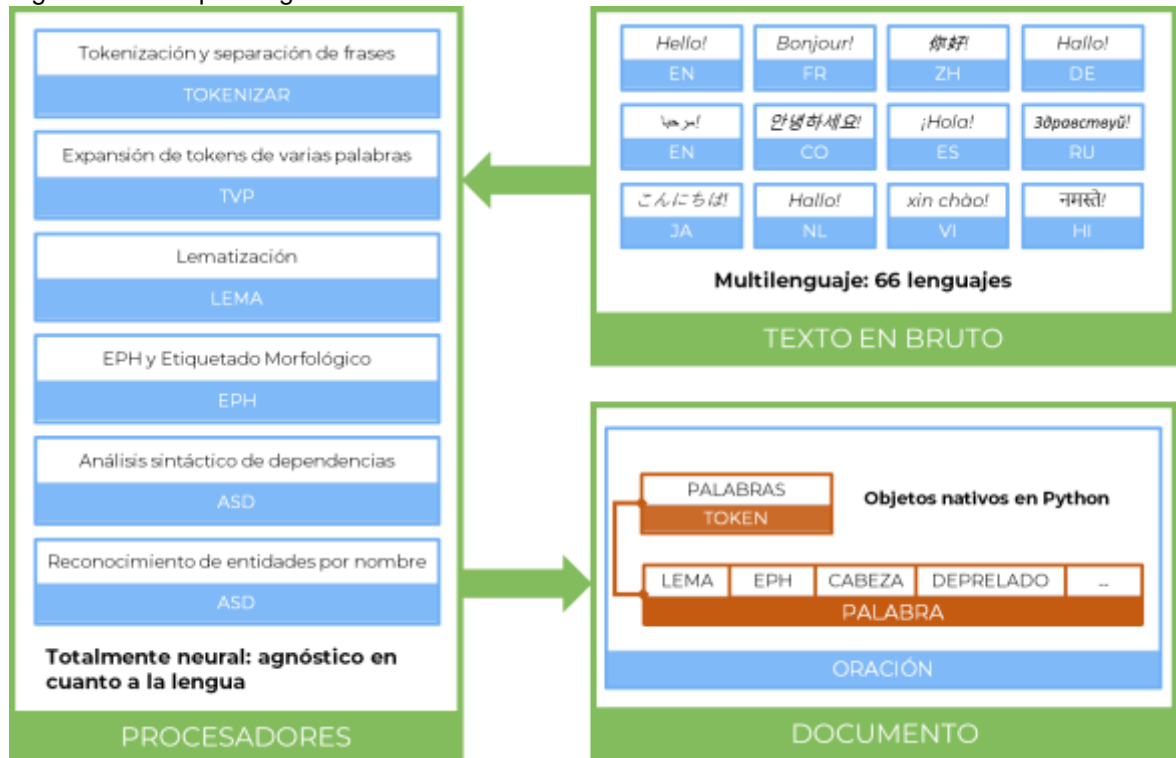
su parte, Stanza soporta el análisis en más de 70 idiomas, incluido el idioma español, y utiliza el framework denominado Universal Dependencies (UD).

Stanza está construido con componentes de redes neuronales de alta precisión (figura 2.15) que también permiten el entrenamiento y una evaluación eficiente con sus datos propios. Los módulos están contruidos con elementos de la librería PyTorch y tiene un mejor desempeño si se ejecuta con el esquema de procesamiento GPU. Sus características principales son:

- Implementación nativa de Python que requiere un esfuerzo mínimo de configuración;
- Red neuronal completa para un análisis de texto robusto, que incluye tokenización, expansión de tokens de varias palabras (TVP), lematización, etiquetado de partes del habla (EPH) y características morfológicas, análisis sintáctico de dependencias y reconocimiento de entidades por nombre;
- Modelos neuronales preentrenados que soportan 70 lenguas (humanas);
- Una interfaz Python estable y oficialmente mantenida para CoreNLP.

La AES se puede utilizar también para clasificar las preguntas de un cuestionario dependiendo de las palabras que la componen, las frases que se forman dentro del enunciado de la pregunta y el tipo de respuestas en el caso de las preguntas de opción múltiple. En la sección de Metodología, se expone este caso de uso de la técnica de Evaluación Automática de ensayos ya que es utilizado en el presente trabajo de investigación.

Figura 2.15. Esquema general de la red neuronal de Stanza



Nota: Elaboración y traducción propia con base en información de Stanford NLP Group (2020)

Capítulo 3

**El ambiente de
servidores públicos del
Ayuntamiento de Huixquilucan
(Antecedentes)**

3. El ambiente de servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan (Antecedentes)

La investigación realizada encuentra su aplicación en el contexto de la Administración Pública Municipal, en específico, el caso de estudio que se analiza en el presente trabajo es el del Ayuntamiento de Huixquilucan. Dadas las variables planteadas es menester realizar una revisión teórica actualizada de la terminología relacionada con los conceptos de capacitación y efectividad dentro del contexto previamente definido.

3.1. La capacitación

El instrumento que permite asegurar a las instituciones que sus empleados tengan las herramientas y elementos cognitivos necesarios para el desempeño de sus funciones es la capacitación. Algunos autores han mencionado la importancia de la capacitación en el contexto de la administración pública municipal:

Con el fin de dar respuesta a las demandas sociales y contar con la capacidad de generar una coordinación eficaz entre instituciones y actores relevantes para el sistema municipal es indispensable adoptar instrumentos de planificación que le permitan interpretar y dar respuesta oportuna a situaciones y sucesos que ocurren en su espacio territorial (Santana, 2012).

La planificación busca maximizar los resultados que puedan obtenerse con determinados recursos, y también adecuar los procedimientos utilizados a las condiciones existentes, buscando la eficiencia, y por lo anterior, resulta necesario modernizar, reunir nueva tecnología y rediseñar los procesos de trabajo orientados a optimizar la calidad del talento humano. Se debe entender, por lo tanto, que es necesario reenfocar el conocimiento del factor humano como activo fundamental y verdadero artífice del progreso (Salazar, Muñoz y Ganga-Contreras, 2020).

Se observa entonces la relación que existe entre los procesos y acciones de capacitación que se implementen en la administración pública municipal, y la efectividad de los servidores públicos, lo cual encuentra su consecuencia última en un impacto en la efectividad laboral. En ese sentido, algunos autores establecen que:

El desarrollo de las características cognitivas del recurso humano debe ser una estrategia por parte de los encargados de la gestión de los recursos en las organizaciones. En cada uno de los miembros de la empresa descansa la responsabilidad de tomar la decisión sobre algún tema o plan de acción. Es aquí donde los valores y el desarrollo cognitivo del individuo toma principal valor, por lo que se puede transformar en una desventaja sino es considerada (Cieza, Silva y Silva, 2021).

La capacitación se concibe como una tarea fundamental que se ejecuta con el fin de proporcionar a los servidores públicos los conocimientos, técnicas, métodos y destrezas necesarias para el mejor desempeño de sus funciones. El proceso de capacitación articula etapas como la formación básica, actualización, especialización y certificación, mismas que conforman las bases de la profesionalización.

La profesionalización significa la preparación antes y durante el desempeño del servidor público para que cuente con las herramientas necesarias que le permitan actuar con el mayor nivel eficiencia, eficacia y efectividad y representa la característica básica para el logro de objetivos y metas institucionales, que se traduzcan en las capacidades de los gobiernos para realizar sus funciones de manera óptima en beneficio de la población de los municipios (INAFED, 2020).

3.2. La efectividad

Varios autores definen a la efectividad como un equilibrio entre eficacia y eficiencia, o como la unión de éstas (Covey, 1989). La eficiencia es un término que proviene del latín *efficientia* que significa acción, fuerza, virtud de producir. ...la define como el criterio económico que revela la capacidad administrativa de producir el máximo resultado con el mínimo de recursos, energía y tiempo, por lo que es la óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados. Por otro lado, eficacia proviene del latín *efficere* que a su vez se deriva del término *facere*, que significa “hacer o lograr”. Efectividad proviene del vocablo latín *efficere* que significa ejecutar, llevar a cabo, efectuar, producir, obtener como resultado.

Rojas, Jaimes y Valencia (2017) proporcionan varias definiciones sobre la eficiencia, la eficacia y la efectividad. Con respecto a la eficiencia, esta se define como:

- El cumplimiento de los objetivos, dando un uso adecuado, racional u óptimo a los recursos
- La relación entre los esfuerzos y los resultados, por lo que se mide dividiendo las salidas entre las entradas.
- La relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados
- La consecución de metas teniendo en cuenta el óptimo funcionamiento de la organización. Razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.
- El grado en que se cumplen los objetivos, teniendo en cuenta la calidad y la oportunidad, y sin tener en cuenta los costos.

En relación a la eficacia, mencionan que esta:

- Se refiere a la consecución de metas. Logro de los objetivos.

- Es la capacidad administrativa para alcanzar las metas o resultados propuestos.
- Es la extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados
- Se define como los resultados alcanzados que cumplen los objetivos o requisitos de calidad
- Es el grado en que las salidas actuales se corresponden con las salidas deseadas.

Finalmente, con respecto a la efectividad, la definen como:

- La relación entre los resultados, previstos y no previstos, y los objetivos.
- La cuantificación del logro de la meta.
- El grado en que se logran los objetivos.
- El cumplimiento de lo programado o el grado de cumplimiento de los objetivos.
- El resultado de la eficacia y la eficiencia, definiendo la eficacia como la relación entre las salidas obtenidas y las salidas esperadas (SO/SE); y la eficiencia como la relación de salidas obtenidos entre los insumos utilizados (SO/IU).
- Elemento con el que se entiende que los objetivos planteados sean trascendentes y éstos se alcancen.

En la tabla 3.1 se enlistan las diferencias que existen entre los conceptos de eficiencia y eficacia. De igual forma en la tabla 3.2 se expone un comparativo sobre el cuerpo teórico de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad.

Tabla 3.1. Diferencias entre eficiencia y eficacia

Eficiencia	Eficacia
Énfasis en los medios	Énfasis en los resultados
Hacer las cosas de manera correcta	Hacer las cosas correctas
Resolver problemas	Alcanzar objetivos
Salvaguardar los recursos	Optimizar la utilización de recursos
Cumplir tareas y obligaciones	Obtener resultados
Entrenar a los subordinados	Proporcionar eficacia a los subordinados

Nota: Efectividad, eficacia y eficiencia de los equipos, definiciones de Rojas, Jaimes y Valencia (2017)

Tabla 3.2. Cuadro Comparativo sobre el cuerpo teórico de la efectividad

Elemento comparativo	Eficacia	Eficiencia	Efectividad
Concepto	Capacidad para cumplir con los objetivos	Capacidad para cumplir con los objetivos con el mínimo de recursos disponibles	Es el resultado de sumar la eficiencia y la eficacia (llegar a su punto de equilibrio)
	Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera (RAE, 2014)	Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (RAE, 2014)	Sinónimo de eficacia (RAE, 2014)
	Es el cumplimiento de los objetivos (Koontz y Wehrich, 2004)	Es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos (Koontz y Wehrich, 2004)	
Función	Indica el valor de la capacidad para obtener resultados con respecto a los resultados previstos. Es decir el grado para alcanzar los objetivos	Indica el grado para alcanzar los objetivos considerando el tiempo y los recursos invertidos con respecto al tiempo y recursos disponibles	Indica el grado de cumplimiento de las metas establecidas
Preguntas que ayudan a diferenciar una de otra	¿Se lograron los objetivos?	¿Se lograron los objetivos con los recursos disponibles?	¿Se cumplieron con las metas con el mínimo de recursos y tiempo invertido?

Abolafio (s. f.) menciona que si la eficiencia, la eficacia y la efectividad se observan como indicadores cuantificables, estos pueden ser calculados mediante las siguientes fórmulas:

$$Eficiencia (h) = \frac{\left(\frac{Resultado alcanzado}{Costo real}\right) Tiempo invertido}{\left(\frac{Resultado previsto}{Costo previsto}\right) Tiempo previsto}$$

$$Eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado Previsto}}$$

$$Efectividad = \frac{\left(\frac{\text{Puntaje de Eficiencia} + \text{Puntaje de Eficacia}}{2}\right)}{\text{Máximo Puntaje}}$$

Estos indicadores se relacionan con el desempeño laboral y la productividad, y su medición permite obtener una radiografía esencial para planificar la estrategia de la organización. La cuantificación de la eficiencia, la eficacia y la productividad contribuye a: a) evaluar el desempeño profesional; b) ajustar los recursos y plazos; c) establecer los objetivos organizacionales de forma óptima; y d) permite a la institución ofrecer servicios seguros, confiables, oportunos y transparentes.

3.2.1. La efectividad laboral en la administración pública municipal

Para abordar esta sección, es importante en primera instancia revisar el concepto de municipio y ayuntamiento, así como las funciones de este último. Se entiende por municipio:

“...a la persona jurídica de derecho público, compuesta por un grupo social humano interrelacionado por razones de vecindad al estar asentado permanentemente en un territorio dado, con un gobierno autónomo propio – al cual se denomina Ayuntamiento, y sometido a un orden jurídico específico, con el fin de mantener el orden público, prestar los servicios públicos indispensables para satisfacer las necesidades elementales de carácter general de sus vecinos y realizar las obras públicas municipales requeridas por la comunidad” . (Fernández, 2002).

Las principales funciones que tiene un Ayuntamiento son: a) la función pública; b) el servicio público; c) la obra pública; y d) actividad socioeconómica residual del municipio (ibid.). Para que la institución pueda ejecutar de forma efectiva estas

funciones es necesario que los servidores públicos conozcan los procesos y procedimientos que de ellas se derivan, y que cuenten con el bagaje cognitivo tanto técnico como administrativo esencial para el desempeño de sus funciones en lo particular.

De acuerdo a Cieza, Silva y Silva (2021), en muchos países de Latinoamérica, los modelos de gestión municipales presentan carencias en diversos aspectos. Por ejemplo, la baja calidad laboral de los trabajadores municipales se debe a que no existen programas robustos de mejoramiento continuo ni procesos de evaluación para el personal, donde la capacitación ofrecida es limitada o nula y las existentes no están articuladas a las realidades del mundo, del país o de la región.

En este sentido, para mejorar la gestión pública en las diversas instituciones se debe invertir en la capacitación del personal. Esto implica adecuar a las organizaciones para crear valores de transparencia, ética y moral en los trabajadores, de manera que las instituciones gubernamentales puedan ser realmente productivas.

En así que el trabajador municipal debe convertirse en un líder y para ello se debe a dos factores: uno es la habilidad personal y cognitiva de la persona y otro son las herramientas que pueda brindar la organización a través de las capacitaciones. Contar con un enfoque orientado a resultados representa una vía para alcanzar los objetivos trazados, y de esta forma lograr el desarrollo y crecimiento sostenido, lo cual es logrado gracias al liderazgo del trabajador.

Con relación al desempeño laboral de los trabajadores municipales en Latinoamérica, Cieza, Silva y Silva (2021) mencionan que:

“Muchos de los trabajadores de las instituciones gubernamentales no se sienten motivados por lo que su desempeño laboral no es acorde a las políticas de dichas organizaciones. Esto trae como consecuencia una baja productividad y en el peor de los casos deficientes respuesta a los ciudadanos. Es por ello, que el personal que se encuentra trabajando en la actualidad en el mayor de los casos, no se

encuentra capacitado para desarrollar labores administrativas municipales, siendo sus características: desconocimiento de software administrativos especializados, escaso conocimiento de los procedimientos gubernamentales y no gubernamentales”.

3.2.2. La efectividad laboral y la capacitación en el Ayuntamiento de Huixquilucan

Desde el año 2016, en el Ayuntamiento de Huixquilucan, se conformó un nuevo grupo de trabajo integrado por funcionarios de confianza que recién ingresaban a la administración pública municipal, y servidores públicos experimentados, en su mayoría sindicalizados, que contaban con una vasta experiencia en las labores que ya venían desempeñando.

Esta mezcla permitió que se combinaran ideas nuevas y regeneradoras con aquellas que provenían del personal experimentado, lo que permitió generar procesos de operación sólidos e innovadores en el Ayuntamiento, logrando que los empleados trabajaran con un nivel alto de productividad a través de la realización de tareas en forma eficaz y eficiente, es decir, efectiva.

Dicha efectividad se tradujo en su momento, en brindar servicios de calidad a los ciudadanos del municipio. Sin embargo, ese ímpetu inicial provocado por los cambios establecidos fue desacelerándose de forma paulatina, generando un ciclo de mejora continua lento. Este ciclo encuentra en la falta de capacitación del personal del Ayuntamiento a uno sus óbices restrictivos que limitan una mejor dinámica en su funcionamiento.

En el año 2019 se realizó una encuesta de evaluación del desempeño tipo “270” en la que se cuestionó a los jefes superiores inmediatos de 682 servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan sobre cuatro temas relacionados con la efectividad laboral de sus subalternos. Estos temas fueron: a) conocimiento del trabajo; b) productividad; c) organización; y d) responsabilidad, confidencialidad, y

actitud hacia el trabajo y compañeros. Las preguntas de cada sección eran cerradas y bajo la escala de Likert con cinco posibles valores de respuesta: 1. Necesita mejorar, 2. Cubre algunas expectativas, 3. Cubre la mayoría de las expectativas, 4. Cubre todas las expectativas y 5. Cubre y excede las expectativas.

Con respecto al “Conocimiento del trabajo”, se les realizaron cinco preguntas:

- ¿Conoce sus funciones?, con respuestas posibles “SI” o “NO”, en la cual el 100% de los encuestados respondió “SI”

Bajo la escala de Likert antes definida se les cuestionó sobre lo siguientes reactivos:

Reactivo1. Comprensión de las tareas, de los procedimientos y técnicas de trabajo

Reactivo2. Muestra habilidades y destrezas para desempeñar sus labores adecuadamente

Reactivo3. Se muestra flexible y adaptable a los cambios.

Reactivo4. Sigue las normas, procedimientos e instructivos de trabajo del área

Los resultados para esta pregunta se muestran en la figura 3.1.

En lo que refiere a la “Productividad”, los reactivos fueron los siguientes (figura 3.2):

Reactivo1. Eficiencia y eficacia en el desempeño de sus funciones y/o actividades

Reactivo2. Entrega oportuna de la tarea asignada

Reactivo3. Se desempeña de forma eficiente bajo situaciones de presión

Reactivo4. Cuenta con iniciativa propia para desempeñar sus funciones sin supervisión.

Figura 3.1. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Conocimiento del trabajo)

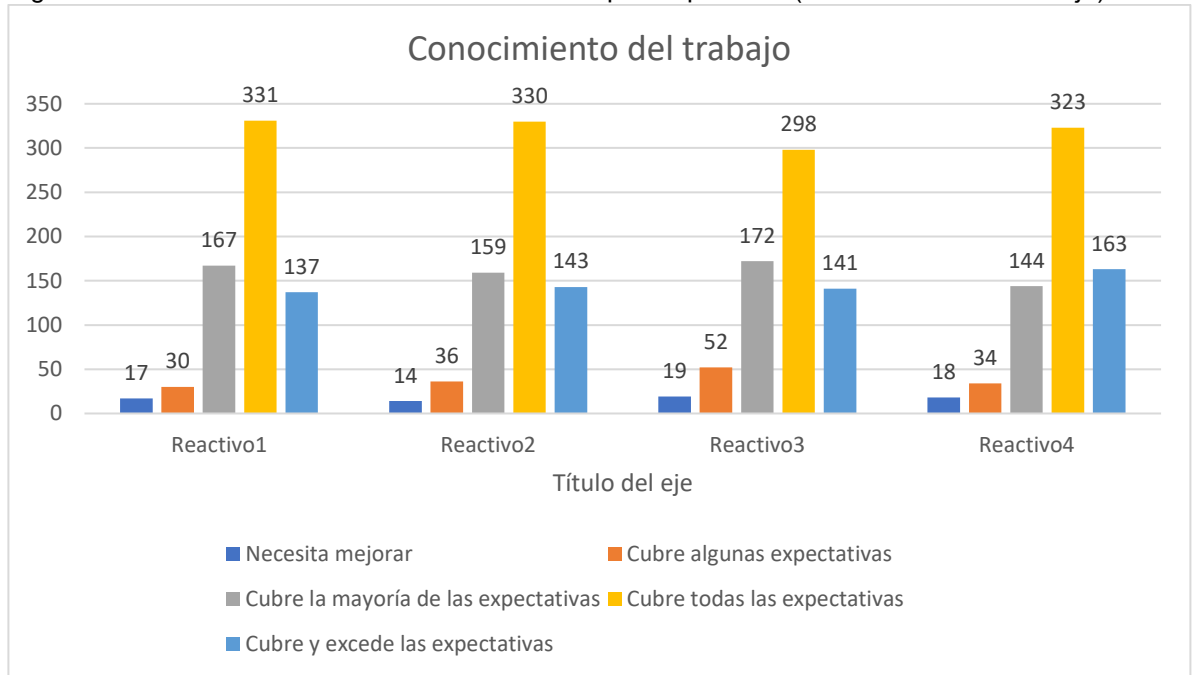
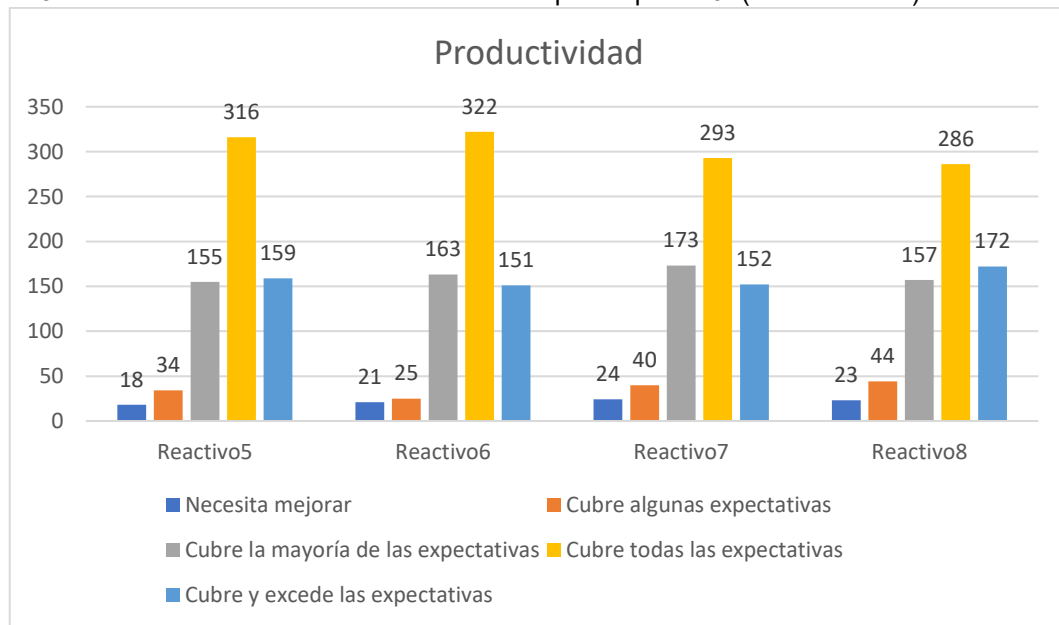


Figura 3.2. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Productividad)



En el rubro de “Organización”, los reactivos fueron (figura 3.3):

Reactivo1. Se observa precisión, acierto y esmero en los resultados de los trabajos que presenta.

Reactivo2. Hace una distribución efectiva del tiempo y selecciona las tareas estableciendo prioridades acordes a las mismas

Reactivo3. Es capaz de proveer información expedita

Figura 3.3. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Organización)



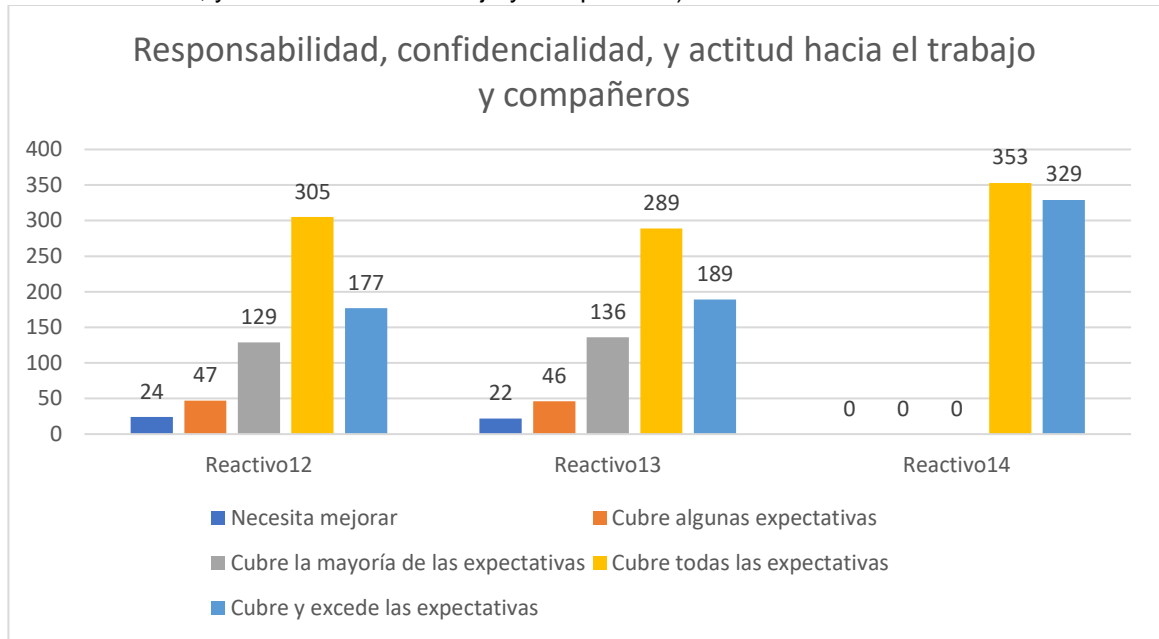
Finalmente, para el rubro “Responsabilidad, confidencialidad, y actitud hacia el trabajo y compañeros”, los reactivos de la encuesta fueron (figura 3.4):

Reactivo4. Se puede confiar en él (ella) a la hora de asignarle alguna actividad.

Reactivo5. Es una persona discreta en cuanto a los asuntos que se tratan al interior de la dependencia/unidad administrativa

Reactivo6. Normalmente cumple con lo que se le indica y muestra interés por aprender más.

Figura 3.4. Resultados de la evaluación del desempeño tipo “270” (Responsabilidad, confidencialidad, y actitud hacia el trabajo y compañeros)



De acuerdo a los resultados de la Evaluación de Desempeño 270, se observa un buen clima laboral, en el que los responsables de las áreas se sienten satisfechos con el trabajo realizado por sus subalternos, ya que más del 65% de los servidores públicos evaluados cubren todas las expectativas o las exceden para todos los rubros considerados. Sin embargo, también estos resultados pueden indicar que existe un alto grado de permanencia en la zona de confort, o que existe poca autocrítica para las áreas que los evaluadores encabezan.

Con el fin de verificar los resultados de la Evaluación de Desempeño se tomó una muestra de 20 empleados elegidos al azar para que fueran encuestados sobre la forma en que se perciben en el ambiente laboral en lo que refiere a su desempeño y efectividad. A esta encuesta se le denominó: “Diagnóstico inicial (Efectividad)” y las preguntas que se les realizaron fueron las siguientes:

1. ¿Comprende usted las tareas, los procedimientos y las actividades del trabajo que tiene encomendadas?

2. ¿Considera usted que el trabajo lo realiza con precisión, acierto y esmero sin necesidad de volver a ejecutar una tarea?
3. ¿Usted realiza las tareas que le son encomendadas en tiempo y forma?
4. ¿Usted cuenta con todos los recursos necesarios para realizar su trabajo?
5. ¿En su área se hace un uso eficiente de los recursos destinados a las labores (hojas de papel, impresiones, equipo de cómputo, etc.)?
6. ¿Usted se desempeña de forma eficiente bajo situaciones de presión y frente a tareas difíciles?
7. ¿Considera usted que en su área se trabaja de forma efectiva, es decir de forma eficaz y eficiente?
8. ¿Usted desempeña su trabajo de forma eficiente y eficaz?
9. ¿Usted se adapta fácilmente a los cambios?
10. ¿Usted cuenta con las habilidades y destrezas para desempeñar sus labores adecuadamente?

Los resultados obtenidos en la encuesta “Diagnóstico inicial (Efectividad) se observan en las figuras 3.5 a 3.14

Figura 3.5 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 1)

Comprende usted las tareas, los procedimientos y las actividades del trabajo que tiene encomendadas

20 respuestas



Figura 3.6 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 2)
 Considera usted que el trabajo lo realiza con precisión, acierto y esmero sin necesidad de volver a ejecutar una tarea
 20 respuestas

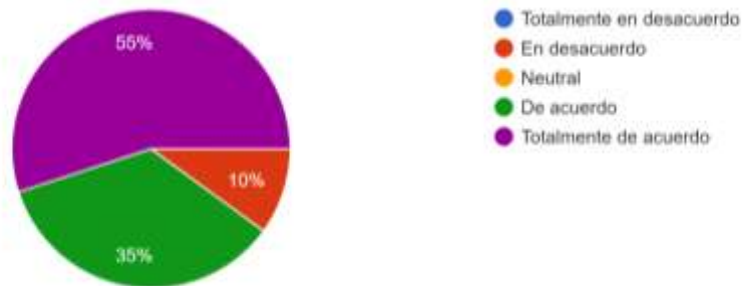


Figura 3.7 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 3)
 Usted realiza las tareas que le son encomendadas en tiempo y forma
 20 respuestas

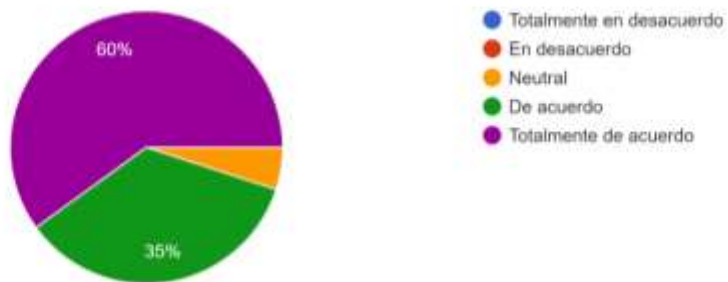


Figura 3.8 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 4)
 Usted cuenta con todos los recursos necesarios para realizar su trabajo
 20 respuestas

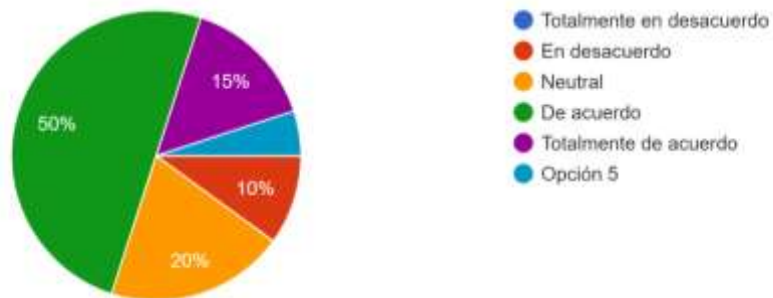


Figura 3.9 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 5)
 En su área se hace un uso eficiente de los recursos destinados a las labores (hojas de papel, impresiones, equipo de cómputo, etc.)
 20 respuestas

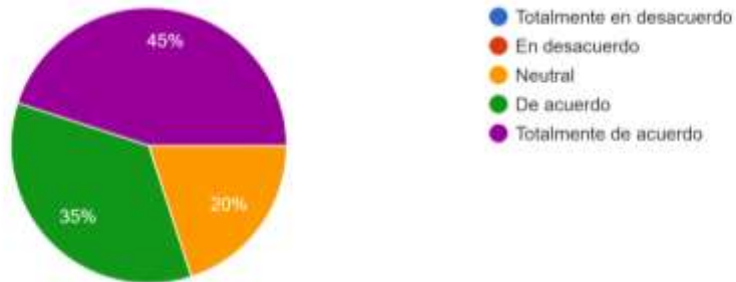


Figura 3.10 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 6)
 Usted se desempeña de forma eficiente bajo situaciones de presión y frente a tareas difíciles.
 20 respuestas

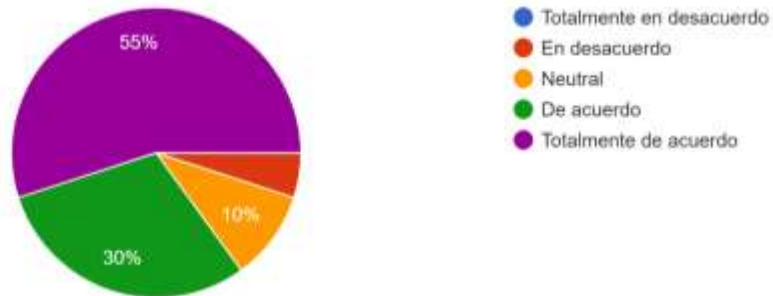


Figura 3.11 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 7)
 Considera usted que en su área se trabaja de forma efectiva, es decir de forma eficaz y eficiente.
 20 respuestas

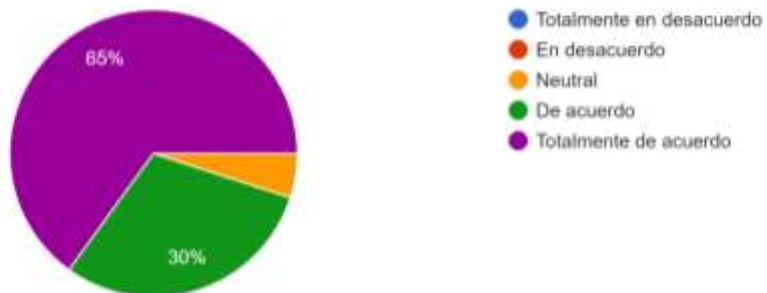


Figura 3.12 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 8)
 Usted desempeña su trabajo de forma eficiente y eficaz
 20 respuestas

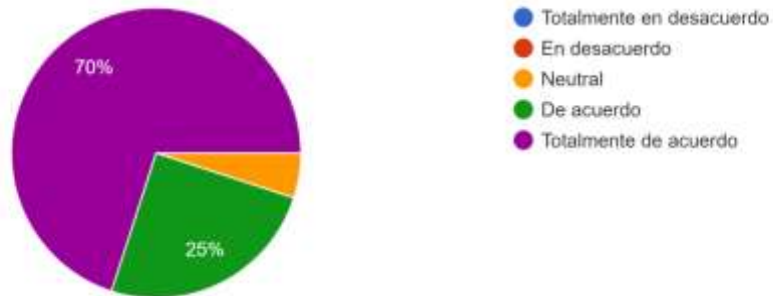


Figura 3.13 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 9)
 Usted se adapta fácilmente a los cambios
 19 respuestas

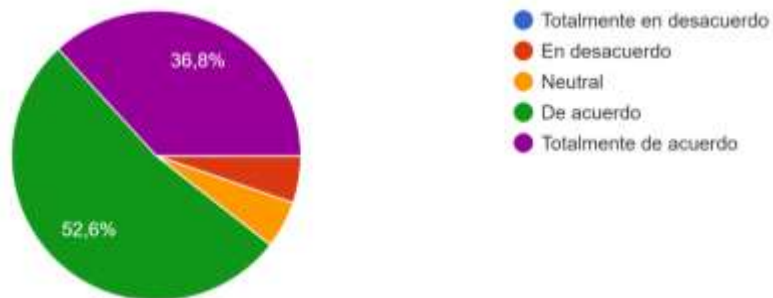
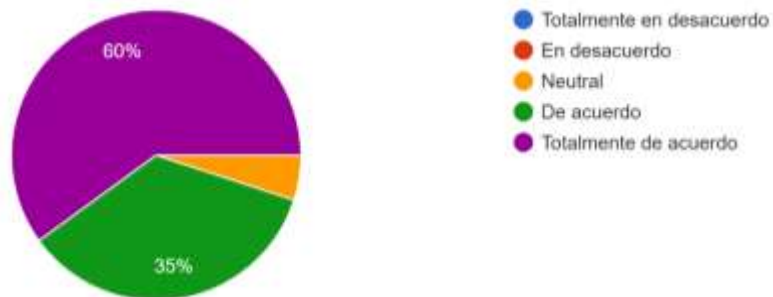


Figura 3.14 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Efectividad” (pregunta 10)
 Usted cuenta con las habilidades y destrezas para desempeñar sus labores adecuadamente
 20 respuestas



Como se puede observar en las respuestas obtenidas en la encuesta de Diagnóstico inicial (Efectividad), se corroboran los resultados obtenidos en la Evaluación del Desempeño 270. Existe un buen clima laboral en el Ayuntamiento y en cierta forma se obtienen resultados efectivos. Un segundo instrumento denominado “Cuestionario de Diagnóstico Inicial (Capacitación)”, se aplicó con el fin de conocer la opinión de 224 servidores públicos con respecto a sus competencias laborales. Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

Pregunta 1. Por favor proporcione su nivel de estudio

Pregunta 2. ¿Cuántos años tiene trabajando en el puesto que actualmente ocupa?

Pregunta 3. ¿Ha recibido capacitación en los últimos cuatro años?

Pregunta 4. De ser "Si" su respuesta anterior, sobre qué temática ha sido la capacitación

Pregunta 5. ¿Cuántos cursos de capacitación ha recibido en el último año?

Pregunta 6. ¿La capacitación que ha recibido en estos cuatro años ha sido en línea o presencial?

Pregunta 7. ¿Considera usted necesario que debe recibir capacitación sobre las labores que desempeña?

Pregunta 8. ¿Considera usted que tiene la suficiente experiencia y conocimiento para desempeñar las labores que realiza?

Pregunta 9. Si usted recibe un curso de capacitación, ¿lo prefiere en línea, presencial o mixto?

Los resultados obtenidos para este cuestionario, se observan en las figuras 3.15 a 3.23

Figura 3.15 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 1)
 Por favor proporcione se nivel de estudio
 224 respuestas

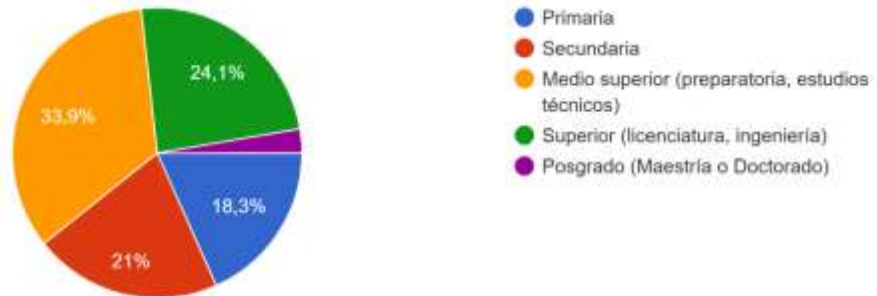


Figura 3.16 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 2)
 ¿Cuántos años tiene trabajando en el puesto que actualmente ocupa?
 224 respuestas

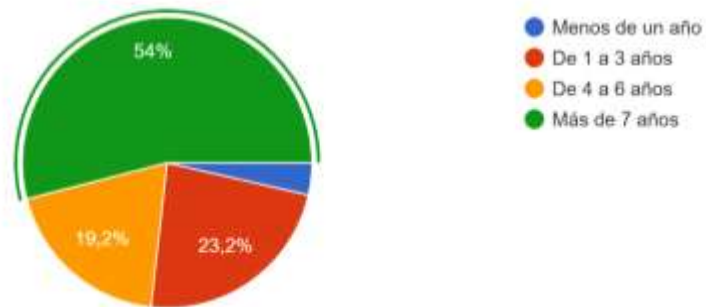


Figura 3.17 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 3)
 ¿Ha recibido capacitación en los últimos cuatro años?
 224 respuestas

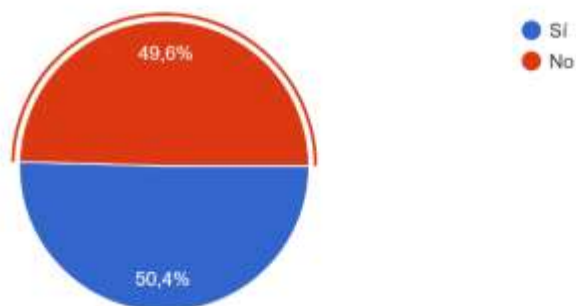


Figura 3.18 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 4)
De ser “Si” su respuesta anterior, sobre qué temática ha sido la capacitación

224 respuestas

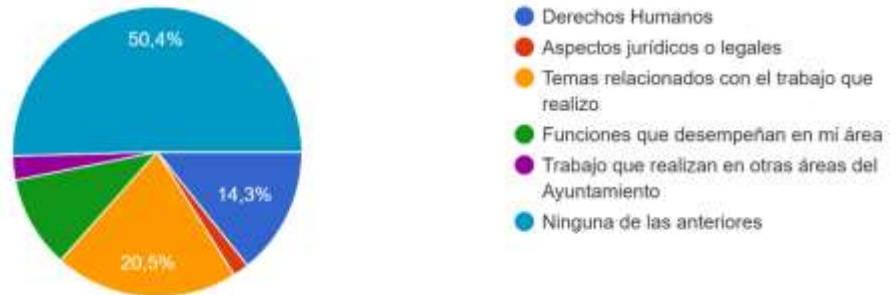


Figura 3.19 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 5)

¿Cuántos cursos de capacitación ha recibido en el último año?

224 respuestas

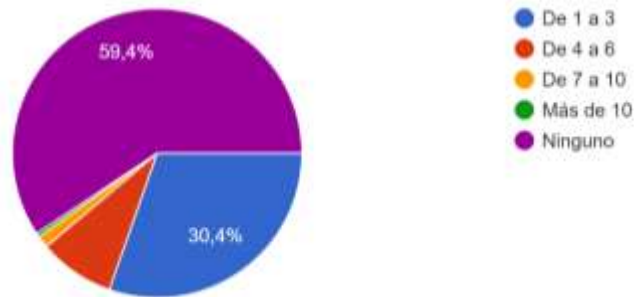


Figura 3.20 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 6)

¿La capacitación que ha recibido en estos cuatro años ha sido en línea o presencial?

224 respuestas

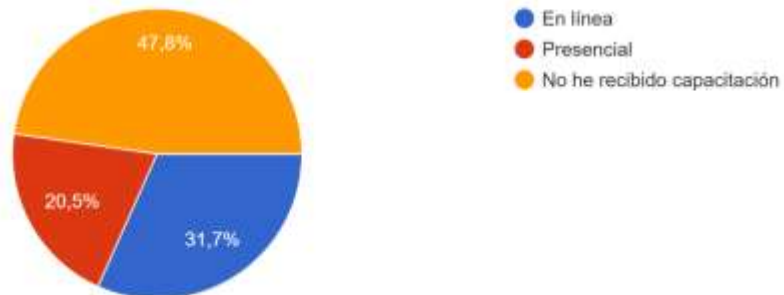


Figura 3.21 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 7)
 Considera usted necesario que debe recibir capacitación sobre las labores que desempeña
 224 respuestas

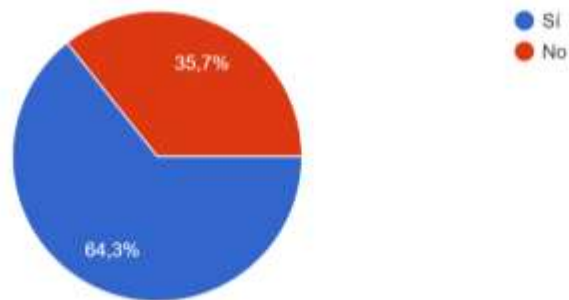


Figura 3.22 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 8)
 ¿Considera usted que tiene la suficiente experiencia y conocimiento para desempeñar las labores que realiza?
 224 respuestas

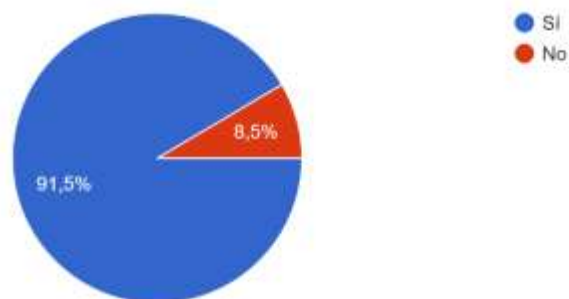
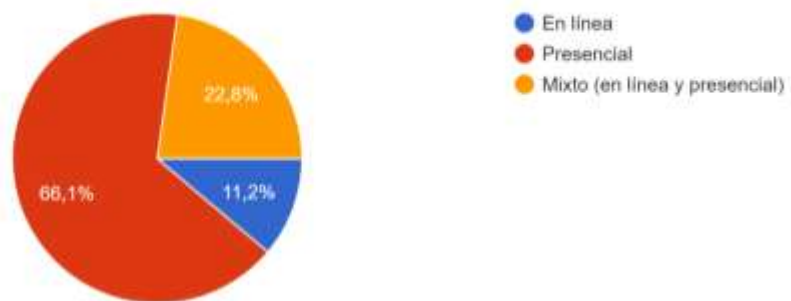


Figura 3.23 Resultados de la encuesta “Diagnóstico inicial de Capacitación” (pregunta 9)
 Si usted recibe un curso de capacitación cómo lo prefiere?
 224 respuestas



De acuerdo a los resultados obtenidos en el Cuestionario de Diagnóstico Inicial (Capacitación) y derivado de un proceso de observación directa y revisión de los documentos generados por los servidores públicos se tienen los siguientes hallazgos:

- Aproximadamente el 75% de los empleados tienen un nivel de estudios igual o inferior al nivel medio superior.
- Dada la gran cantidad de personal sindicalizado que labora en el Ayuntamiento, se tiene que más del 50% de los empleados ha estado en el mismo puesto por más de 7 años.
- Cerca del 50% de los servidores públicos no han recibido capacitación en los último cuatro años, lo que indica un índice de desarrollo profesional bajo o casi nulo. Menos de la mitad de los empleados que recibieron capacitación durante ese periodo tuvieron una instrucción relacionada con su puesto laboral. Más de la mitad de los cursos fueron en línea.
- La mayor parte de los servidores públicos que recibieron capacitación en el último año, tuvieron 3 cursos o menos.
- Aproximadamente dos terceras partes de los servidores públicos consultados considera necesario recibir capacitación sobre las funciones que desempeñan, a pesar de que más del 90% de los encuestados consideran que tiene la suficiente experiencia y conocimiento para desempeñar las labores que realizan.
- Dos terceras partes de los encuestados prefieren cursos presenciales, esto se puede deber a dos razones principales: a) aún no existe un grado de penetración tecnológica en el Ayuntamiento que permita mostrar a los servidores públicos las bondades del *e-learning* y del *b-learning*; y b) existe un hartazgo generalizado debido a la contingencia sanitaria por COVID-19 en lo que refiere a la ejecución de tareas no presenciales.
- Dentro de los documentos generados por los servidores públicos se encontraron deficiencias en la escritura de los mismos tales como errores

ortográficos, problemas de semántica y de estructura, redacción confusa, desorden de ideas, entre otros.

- Lo anterior se suma una persistente comunicación verbal inefectiva que genera retrabajo y en ocasiones poca claridad en los procesos que se deben seguir para la realización de ciertas tareas.

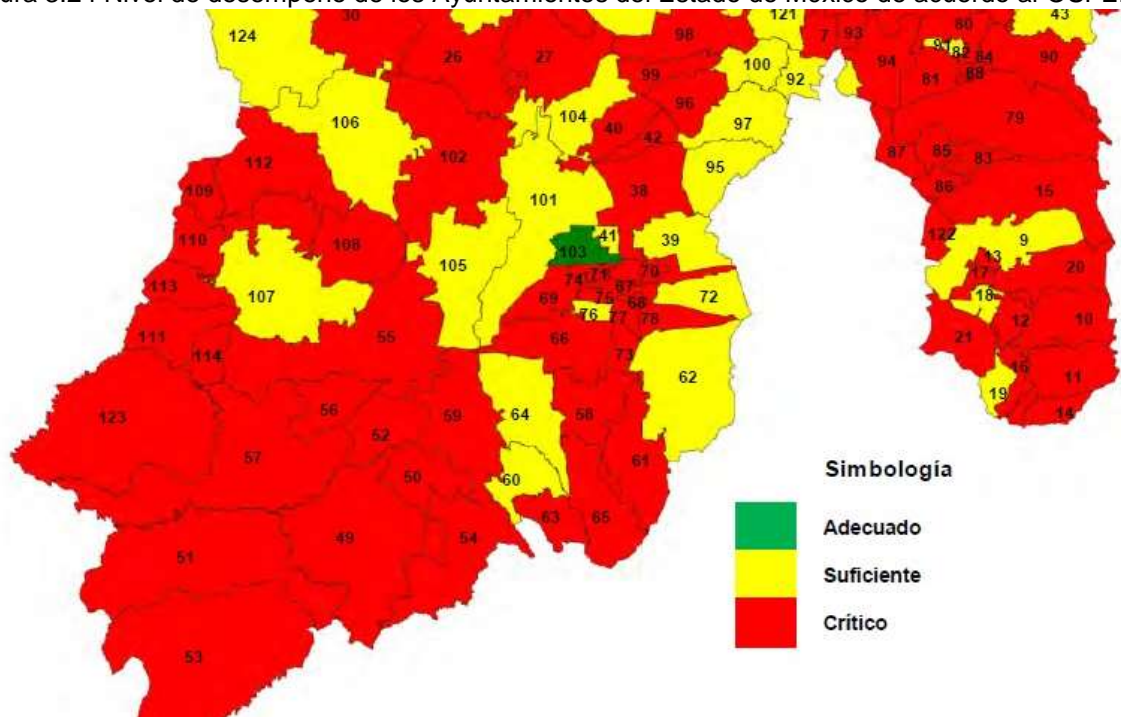
Estos hallazgos permiten dilucidar que en el Ayuntamiento existe de forma generalizada un estancamiento tanto en el desarrollo profesional de los empleados como en la generación de procesos más eficaces y eficientes, es decir, no se tiene implementado un proceso integral de mejora continua que involucre el desarrollo profesional de los servidores públicos, lo cual, por ende, impacte de forma positiva en la efectividad laboral y permita la entrega de servicios de mejor calidad a la ciudadanía. Además, existe una comunicación poco efectiva tanto verbal como escrita que genera un cierto grado de incertidumbre y retrabajo.

Por otro lado, de acuerdo con la Revisión de la Cuenta Pública realizada por el Órgano Superior Fiscalizador del Estado de México (OSFEM) al Ayuntamiento de Huixquilucan se tienen como resultados relevantes que:

- El Informe Anual de Construcciones en Proceso presentó obras de dominio público que no se enviaron al gasto al cierre del Ejercicio.
- La Entidad Municipal presentó cuentas contables que no corresponden a su naturaleza, así como cuentas de corto plazo con antigüedad mayor a un año; debido a lo anterior no muestra la información real de sus operaciones financieras.
- En la Entidad se identificaron reincidencias en el incumplimiento a inconsistencias detectadas en años anteriores, como saldos en cuentas contables con naturaleza contraria.
- Una vez realizado el análisis al Estado Analítico del Ejercicio del Presupuesto de Egresos, se identificó que, aun sin contar con egreso aprobado, la Entidad ejerció partidas del gasto.

En la figura 3.24, se muestra un mapa en el que se observa el resultado de la evaluación de desempeño realizada por el OSFEM en 2019 a los municipios del Estado de México, para el caso de Huixquilucan, su nivel es “suficiente”. De esta forma, se puede inferir que las carencias e inconsistencias que presenta el Ayuntamiento de Huixquilucan que han sido expuestas en este apartado, son resultado en gran parte de una planeación deficiente en el ejercicio del gasto, pero también en gran medida de un desconocimiento por parte de los servidores públicos tanto de la reglamentación vigente como de las atribuciones y procesos internos de su competencia.

Figura 3.24 Nivel de desempeño de los Ayuntamientos del Estado de México de acuerdo al OSFEM



Nota: Ilustración obtenida de OSFEM (2019)

3.3. Los perfiles de puesto de los servidores públicos

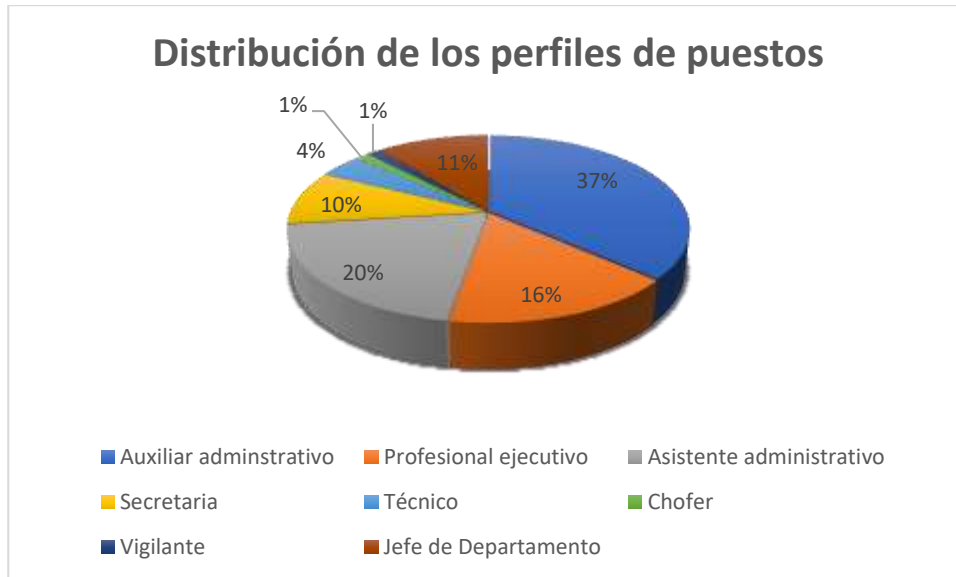
Con el fin de construir un modelo cercano a la realidad, se realizó un análisis diagnóstico de los perfiles de puesto de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan. En la información proporcionada por el Ayuntamiento a través del archivo en medio electrónico “servidorpub_clima_laboral_2022.xlsx” que contiene los resultados de la encuesta de clima laboral 2022 y que incluye los perfiles de puesto de los servidores públicos municipales se encontró que existen 49 diferentes perfiles de puesto en el Ayuntamiento.

Dentro de estos perfiles se pueden encontrar asistentes administrativos, auxiliares administrativos, asistentes de área, asistentes de director, auxiliares de servicio de mantenimiento, auxiliares de servicio, bomberos, choferes, policías, albañiles, electricistas, coordinadores, secretarias y secretarios ejecutivos, jefes de departamento, subdirectores, directores, directores generales, secretarios generales, secretarios particulares, presidenta municipal, entre otros. De esta gama se eligieron para la intervención, el personal y los perfiles de puesto cuyas actividades estuvieran relacionadas con las labores administrativas.

Sin embargo, se encontró dentro de los hallazgos que existen algunos casos que indican que el perfil y la descripción del puesto no corresponden con las actividades laborales de los empleados. En la figura 3.25 se puede observar que estas discrepancias persisten para el caso de los sujetos de estudio, es decir, la muestra de 74 individuos que participaron en la fase final de la intervención.

Los perfiles de técnico, chofer y vigilante no corresponden a las labores desempeñadas por los empleados que ostentan tales cargos – las actividades que realizan son de carácter administrativo. Esto se debe a que en estos casos en específico hubo rotación de personal, pero no se actualizó el perfil y la descripción del puesto en las bases de datos que administra la Dirección de Factor Humano y Productividad.

Figura 3.25 Distribución de los perfiles de puesto de los sujetos de estudio



Otros dos hallazgos que se encontraron durante la fase diagnóstica o inicial de la investigación son: a) que la capacitación que se brinda al personal no se encuentra alineada a las actividades desarrolladas por los servidores públicos ni a los objetivos y funciones de las áreas a la cuales estos pertenecen y b) no están diseñados los mecanismos necesarios para que en el ambiente de servidores públicos se fomente y exista una comunicación efectiva.

En la tabla 3.3 se muestra el registro de hallazgos encontrados producto del análisis de la información contenida en los resultados de la encuesta de clima laboral 2022, la observación del actuar de los empleados en sus labores cotidianas y los cuestionarios de diagnóstico de la capacitación y la efectividad laboral del ambiente de los servidores públicos del Ayuntamiento. Como conclusiones y sugerencias para abatir los efectos negativos que provocan las causas relacionadas a estos hallazgos se propone: a) poner en marcha un programa de seguimiento al desarrollo profesional del empleado; b) implementar una plataforma o sistema informático que permita el seguimiento del desarrollo profesional del servidor público; y c) brindar el curso de lenguaje claro a los servidores públicos del Ayuntamiento.

Tabla 3.4 Registro de hallazgos

Consecutivo	Hallazgos	Observación Estructurada	Descripción (Condición)	Causa	Criterio	Efecto	Conclusiones y recomendaciones
1	Rotación de personal relativamente alta	Existen algunas discrepancias en las descripciones de puesto ya que ha casos en los que no se han actualizado los perfiles en la nómina del Ayuntamiento	Movimientos de personal debido a cambios constantes y frecuentes en las áreas que integran el Ayuntamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mejores oportunidades de los individuos en otras áreas o lugares de trabajo. • Falta de compromiso del empleado con el Ayuntamiento • Actividades de integración poco frecuentes • Falta de capacitación • Falta de seguimiento profesional al empleado 	Observación y cuestionarios de diagnóstico de la capacitación y la efectividad laboral con los responsables de área y los sujetos de estudio.	Desfase en los cambios administrativos y perfiles de puesto desactualizados	Poner en marcha un programa de seguimiento al desarrollo profesional del empleado incluyendo reuniones de integración y capacitación efectiva
2	Capacitación deficiente	La capacitación no está alineada a las actividades desarrolladas por los servidores públicos ni a los objetivos y funciones del área	Los cursos que toman los empleados van enfocados a fomentar un buen ambiente de trabajo pero no a fortalecer las competencias laborales	Falta de planeación en el desarrollo de los recursos humanos y de una detección de necesidades de capacitación (DNC)	Análisis de los resultados de la encuesta de clima laboral y cuestionarios de diagnóstico de la capacitación y la efectividad laboral.	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromiso del empleado con el Ayuntamiento. • Falta de seguimiento profesional al empleado • Retrabajo • Falta de conocimiento del personal para realizar de forma efectiva sus actividades 	Implementar una plataforma o sistema informático que permita el seguimiento del desarrollo profesional del servidor público
3	Comunicación poco efectiva	No están diseñados los mecanismos necesarios para que en el ambiente de servidores públicos se tenga una comunicación efectiva.	La información fluye de forma discreta y poco clara, además la comunicación escrita presenta deficiencias	Falta de capacitación de los servidores públicos en relación al lenguaje claro y ausencia de un criterio o mecanismo de comunicación efectiva	Observación, cuestionarios de diagnóstico de la capacitación y la efectividad laboral y análisis de los resultados de la encuesta de clima laboral.	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel bajo y medio de entendimiento de las actividades a realizar • Escritos oficiales ilegibles Retrabajo 	Otorgar la capacitación de lenguaje claro a los servidores públicos

Capítulo 4

Hipótesis

4. Hipótesis

Dado que la metodología utilizada es mixta, se plantean el siguiente supuesto e hipótesis:

4.1. Supuesto

Un modelo de aprendizaje adaptativo que se base en el estudio de las habilidades cognitivas con el apoyo de las TIC permite la adquisición de competencias laborales para un desempeño efectivo de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan.

4.2. Hipótesis cierta

Con un Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de Competencias Laborales y habilidades cognitivas (TIC) se incrementa la efectividad laboral de los empleados del Ayuntamiento de Huixquilucan, Estado de México.

4.3. Hipótesis nula

Con un Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de Competencias Laborales y habilidades cognitivas (TIC) no se incrementa la efectividad laboral de los empleados del Ayuntamiento de Huixquilucan, Estado de México.

Capítulo 5

Objetivos

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de aprendizaje adaptativo para el desarrollo de competencias laborales y habilidades cognitivas mediante herramientas TIC que permita incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan Estado de México.

5.2. Objetivos específicos

- a) Esquematizar y explicar los componentes del modelo de aprendizaje adaptativo de competencias laborales propuesto que incrementa la efectividad laboral de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante el análisis de los resultados obtenidos.
- b) Identificar y analizar las habilidades cognitivas necesarias para cubrir los perfiles, por medio objetos de aprendizaje establecidos en el curso de capacitación propuesto, permitiendo impactar el grado de efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan.
- c) Identificar y analizar los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante la comparación del desempeño laboral, permitiendo diseñar un modelo cercano a la realidad.
- d) Analizar los métodos y técnicas de aprendizaje adaptativo existentes en los últimos 5 años, por medio de la revisión documental, para definir las características del modelo a diseñar.
- e) Definir la efectividad laboral por medio de la revisión documental contrastándolo con las opiniones de los servidores públicos del ayuntamiento, para encontrar las áreas de oportunidad lograr un modelo eficiente.
- f) Describir cómo ha sido la efectividad laboral de los servidores públicos, mediante el análisis de los informes anuales para determinar las áreas de mayor riesgo en los últimos cuatro años, en el Ayuntamiento de Huixquilucan.

Capítulo 6

Metodología

6. Metodología

Las metodologías empleadas en los estudios recientes de aprendizaje adaptativo proponen modelos integrados por componentes o sub-modelos, de los cuales se identifican tres de mayor importancia: el modelo del estudiante o aprendiz (MAP), el modelo del objeto de aprendizaje (MOA) y el modelo de adaptación (MAD). Esta investigación retoma estos tres sub-modelos, los cuales se adecuan a un entorno laboral con características tales como las presentadas por los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan.

La propuesta final es un modelo de aprendizaje adaptativo que conste de estos tres componentes, y que sea el resultado de una intervención en la cual se desarrollen las habilidades cognitivas de los servidores públicos teniendo como consecuencia un incremento en la efectividad laboral.

6.1. Línea de investigación

La presente investigación se ciñe a la temática de la validación de modelos de aplicación de las transformaciones de las TIC en ambientes educativos y laborales. Por lo anterior, se concibe de tipo aplicada, ya que se busca la generación de conocimiento con aplicación directa a un problema del sector gubernamental (Lozada, 2014).

6.2. Tipo de investigación

Es una investigación mixta, porque se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos, y se integran y discuten de forma conjunta (Hernández-Sampieri, 2018); de igual forma es mixta debido a que se seleccionan combinaciones de aproximaciones, métodos y diseños que encuadran o se ajustan al planteamiento del problema que se investiga (Cedeño, 2012). Existe una diferencia entre los métodos y los modelos mixtos de investigación. Los métodos corresponden a la intención de combinar los enfoques cualitativos y cuantitativos; en tanto que los modelos mixtos hacen referencia a todo el proceso de investigación, es decir, se abarca desde el planteamiento del problema y la recolección de información hasta

el análisis y los resultados, ya que comprenden todas las etapas del proceso y no sólo la combinación

En el caso de la metodología propuesta se recolectan datos cualitativos a través de encuestas y entrevistas, así como también utilizan técnicas cuantitativas como ANOVA y las funciones de membresía de la lógica difusa para la clasificación de los sujetos de estudio.

6.3. Diseño de investigación

En cuanto a su diseño, la investigación es descriptiva ya que se logra caracterizar el objeto de estudio en una situación concreta (Gabriel-Ortega, 2017); es experimental porque se obtiene información a partir de la intervención realizada, modificando la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo (Gabriel-Ortega, 2017; Pineda y Torres, 2019); y es analítica, ya que busca explicar la relación entre los factores en estudio (Vallejo, 2002).

En cuanto al método utilizado, éste es correlacional dado que la finalidad es medir el grado de asociación y/o relación entre dos variables, las habilidades cognitivas y la efectividad laboral (Arias et. al, 2020); y es evaluativa, ya que se valoran y ponderan los objetos de aprendizaje utilizados.

6.4. Población

En el Ayuntamiento de Huixquilucan laboran aproximadamente 2000 servidores públicos (SPAH), distribuidos en 16 unidades administrativas las cuales son Secretaría del Ayuntamiento, Tesorería Municipal, Contraloría Interna Municipal, Dirección General de Administración, Dirección General de Desarrollo Económico y Empresarial, Oficina de la Presidencia, Secretaría Técnica Municipal, Dirección General de Mensaje Imagen Institucional, Dirección General de Desarrollo Agropecuario Forestal, Dirección General de Desarrollo Urbano Sustentable, Dirección General de Ecología y Medio Ambiente, Dirección General de Servicios Públicos y Urbanos, Dirección General de Infraestructura y Edificación, Dirección

General de Desarrollo Social, Dirección General de Seguridad Pública y Vialidad, y la Agencia Municipal de Energía.

Se plantea que el modelo de aprendizaje adaptativo propuesto sea aplicable al personal que esté inmerso en labores de carácter administrativo, y que utilice como herramienta de trabajo un equipo de cómputo, ya que esto le permite una mayor interacción con el sistema relacionado al modelo y por ende a los diferentes objetos del aprendizaje y cursos que se pretende estén contenidos en la plataforma de aprendizaje resultante.

De acuerdo al análisis de los perfiles de puesto, del total de la población de servidores públicos, aproximadamente 700 empleados realizan funciones netamente administrativas y por la naturaleza del trabajo que desempeñan son elegibles para la realización del estudio. De esta manera, la población que se tomará en cuenta para el estudio se conforma por los servidores públicos que realizan funciones administrativas, es decir, 700. A partir de este dato se obtiene la muestra.

6.5. Muestra

De acuerdo a Aguilar-Barojas (2005) para un estudio cuantitativo con una muestra finita la muestra se determina mediante fórmula presentada en la siguiente ecuación:

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N-1) + S^2Z^2}$$

En donde n el tamaño de la muestra, N el tamaño de la población, Z el nivel de confianza, d es el nivel de precisión absoluta, y S^2 la varianza de la población en estudio. Si la fórmula anterior se aplica a una población de 700, considerando una varianza de 0.5, un nivel de confianza de 95% o 0.95, un nivel de precisión o amplitud de intervalo de nivel de confianza de 5% o 0.05, esto arroja como resultado que la muestra es de 72 sujetos de estudio. A estos individuos se le aplicarán los instrumentos de investigación que se describen en la siguiente sección.

6.6. Procedimiento de Intervención

La construcción del problema parte de una serie de hallazgos producto de una revisión documental: no se establecen ni formalizan programas anuales de capacitación; no se realizan cuestionarios de Detección de Necesidades de Capacitación (DNC); no se cuenta con recursos humanos para la capacitación, y los recursos financieros son muy limitados; y no existe un proceso efectivo de inducción del personal que permita al servidor público de nuevo ingreso conocer de forma específica las funciones que desempeñará.

De esta forma, el problema central especifica que “Dentro de los procesos establecidos por la Dirección General de Administración del Ayuntamiento de Huixquilucan, referentes al desarrollo de recursos humanos, en los últimos cuatro años se ha observado que no se cuenta con un Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de Competencias Laborales basado en TIC, y apoyado en técnicas pedagógicas como la detección de habilidades cognitivas y los estilos de aprendizaje, con el fin de incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos”.

En lo que refiere a la formulación de la hipótesis, esta menciona que: “Con un Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de Competencias Laborales y habilidades cognitivas (TIC) se incrementa la efectividad laboral de los empleados del Ayuntamiento de Huixquilucan, Estado de México”, mientras que el supuesto indica que “Un modelo de aprendizaje automático que se base en el estudio de las habilidades cognitivas con el apoyo de las TIC permite la adquisición de competencias laborales para un desempeño efectivo de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan.

Partiendo de las hipótesis y el supuesto planteado se identificó que la variable independiente es el conjunto de las habilidades cognitivas y la variable dependiente es la efectividad laboral medida en términos de la eficacia y la eficiencia. Con esta información y el establecimiento de los objetivos de la investigación se realizó la

operacionalización de variables (figura 6.1), con la cual se establecen las dimensiones que se desglosan de las variables de estudio y los indicadores que se utilizaron para cuantificar los resultados.

Figura 6.1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<i>Independiente</i> X ₁ . Habilidades Cognitivas (Taxonomía de Bloom)	Dimensión cognitiva	Memoria (Recuerdo)
		Razonamiento Lógico
	Dimensión Afectiva	Concentración (Recepción)
	Dimensión psicomotora	Percepción
<i>Dependiente</i> X ₂ . Efectividad de los Servidores Públicos Municipales $X_2 = \frac{(\text{Puntaje de Eficiencia} + \text{Puntaje de Eficacia})}{2}$ Máximo Puntaje	Dimensión Psicomotora (Respuesta Completa Evidente)	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado Previsto}}$
		$h = \frac{\text{Eficiencia (h)}}{(\frac{\text{Costo real} * \text{Tiempo invertido}}{\text{Resultado previsto}})}$

6.6.1. Técnicas e instrumentos

Como se mencionó con anterioridad, la presente investigación es de corte experimental. Esto se hace evidente ya que a través de la intervención se realiza la manipulación intencional de variables independientes (habilidades cognitivas), la medición de la variable dependiente (efectividad laboral), el control y la validez, se conformarán cuatro grupos de comparación, y los participantes serán seleccionados por edad y experiencia, tomando en cuenta casos representativos para lograr la generalización de los resultados.

La intervención realizada se integró por dos fases: inicial y final. En la figura 6.2 se muestra el Plan de acción en el cual se define para cada fase las actividades que fueron llevadas a cabo, el responsable de ejecutarlas, el tiempo invertido en cada una de ellas y el resultado esperado en cada actividad. De igual forma, se observa la relación existente entre las fases de intervención y los tres submodelos componentes del modelo final propuesto: MAP, MOA y MAD; la medición de la efectividad se realiza tanto en la fase inicial como en la fase final para comprobar la hipótesis propuesta.

Con la definición del objetivo general y de los objetivos específicos se pueden establecer los instrumentos de investigación necesarios para el cumplimiento de cada objetivo, a través de la matriz de alineamiento objetivos-instrumentos de investigación (tabla 6.1), la cual mapea los objetivos con los instrumentos de la investigación. También se identifican si los instrumentos diseñados corresponden a una técnica de registro o de recolección.

Figura 6.2. Plan de Acción

	Resultado esperado	Actividad	Responsable	Tiempo de realización (días)	
Fase I: Inicial	Cuestionarios de Diagnóstico Inicial de Capacitación (DIC) y Efectividad (DIE)	Diseño de los Cuestionarios DIC y DIE	Investigador	5	Modelo del Aprendiz (MAP)
	Test de habilidad cognitiva HC (Memoria, Concentración, Percepción y Pensamiento Lógico)	Diseño de los test HC1, HC2, HC3 y HC4	Investigador	5	
	Test HC1, HC2, HC3 y HC4 en LMS	Implementación de los test HC y módulos de evaluación aprendizaje-cognitivo	Investigador	15	
	Simulación en la que los empleados identifican las partes de un oficio para conocer el mapeo de este OA con las HC	Diseño de la simulación "Estructura de un Oficio SIM2" para medir HC			
	Base de datos de los empleados	Alta de sujetos de estudio en Sistema	Asistente	5	
	Mapeo HC-OA inicial	Aplicación de los test HC	Investigador	5	
Fase II: Final	Objetos de aprendizaje de mayor influencia para cada habilidad cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> Clasificación de individuos de acuerdo a su edad, experiencia laboral y nivel educativo. Análisis de resultados del módulo MAP con ANOVA 		5	Modelo de Adaptación (MAD)
	Sistema de Inferencia Difuso (FIS)	Diseño y desarrollo del Sistema de Inferencia Difuso (FIS)		10	
	Tabla de porcentaje de OA a entregar a cada sujeto de estudio	Implementación y aplicación del FIS			
	Módulo de ASPIRADO para la asignación de los objetos de aprendizaje necesarios para el desarrollo de sus habilidades a los sujetos de estudio	Diseño, desarrollo e implementación del algoritmo de ASPIRADO (Agotamiento Secuencial, Priorizado, Intercalado y Recurrente para la Asignación Dinámica de Objetos de Aprendizaje)	Investigador	10	
Fase II: Final	Simulación en las que los empleados redactan un oficio como evaluación inicial y final de la efectividad laboral (EL)	Diseño de la simulación "Redacción de oficio SIM1".	Investigador	5	Modelo del OA (MOA)
	Curso de Lenguaje Claro en 5 módulos, con actividades y cuestionario de evaluación en cada módulo.	Diseño y desarrollo de los 5 módulos del curso de Lenguaje Claro en cuatro versiones diferentes (texto, audio, video e infografía)		15	
		Diseño y desarrollo de las Actividades (ACT) evaluativas para cada módulo (Simulaciones)	Investigador	10	
		Diseño y desarrollo de los cuestionarios de evaluación para cada módulo.			
	Curso Adaptativo de Lenguaje Claro (LC)	Integración del módulo de ASPIRADO al Curso de Lenguaje Claro	Investigador	5	
	Resultados finales de niveles HC y EL	Aplicación del curso de LC con aplicación de SIM1 al inicio y final del curso.	Investigador	30	
Comprobación de Hipótesis y Supuesto	Análisis de la Intervención	Investigador	10		

Tabla 6.1. Matriz de alineamiento objetivos-instrumentos de investigación

Objetivo	Técnicas empleadas	Instrumento utilizado (Recolección *, Registro **)	Unidades de análisis / Indicador(es)
1. Describir cómo ha sido la efectividad laboral de los servidores públicos, mediante el análisis de los informes anuales para determinar las áreas de mayor riesgo en los últimos cuatro años, en el Ayuntamiento de Huixquilucan	Investigación y análisis documental (Registro electrónico)	** Registro bibliográfico y documental de informes y documentos que expongan resultados de desempeño o efectividad laboral	Documentos / Efectividad
		** Registro de hallazgos (descriptivo)	Documentos / Efectividad
2. Definir la efectividad laboral por medio de la revisión documental contrastándolo con las opiniones de los servidores públicos del ayuntamiento, para encontrar las áreas de oportunidad lograr un modelo eficiente.	Búsqueda y análisis documental (Registro electrónico)	** Matriz de Análisis (Cuerpo teórico sobre la efectividad) ** Encuesta de Clima Laboral y Evaluación del Desempeño (en línea)	Documentos / Efectividad
	Encuesta de opinión (Registro electrónico)	* Cuestionarios de Diagnóstico Inicial (Capacitación y Efectividad) ** Google Forms	Sujetos de estudio / Habilidades Cognitivas
3. Analizar los métodos y técnicas de aprendizaje adaptativo existentes en los últimos 5 años, por medio de la revisión documental, para definir las características del modelo a diseñar.	Búsqueda y registro electrónico para la categorización la información y análisis comparativo	** Matriz bibliográfica de siete estudios previos de modelos o sistemas de aprendizaje adaptativo	Documentos
		** Matriz analítica para contrastar las seis categorías de evaluación	Documentos
4. Identificar y analizar los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante la comparación del desempeño laboral, permitiendo diseñar un modelo cercano a la realidad.	Búsqueda y registro electrónico de los perfiles de puesto	** Registro documental de información referente a perfiles de puesto y evaluación del desempeño para su análisis descriptivo-comparativo. ** Registro de hallazgos (comparativo)	Documentos
	Cuestionarios (Test) Registro electrónico	* Objetos de aprendizaje que incluyen evaluación de la efectividad ("respuesta completa evidente" del dominio psicomotor de la taxonomía de Bloom la cual hace referencia a la eficacia y eficiencia) ** Base de Datos SQLite	Sujetos de estudio
5. Identificar y analizar las habilidades cognitivas necesarias para cubrir los perfiles, por medio objetos de aprendizaje establecidos en el curso de capacitación propuesto, permitiendo impactar el grado de efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan.	Cuestionarios (Test) para determinar el nivel inicial de habilidades cognitivas del sujeto de estudio Registro electrónico	* Test de medición de la Memoria ** Base de Datos SQLite	Sujetos de estudio
		* Test de medición de la Concentración ** Base de Datos SQLite	Sujetos de estudio
		* Test de medición de la Percepción ** Base de Datos SQLite	Sujetos de estudio
		* Test de medición del Razonamiento lógico ** Base de Datos SQLite	Sujetos de estudio
	Cuestionarios embebidos en los OA Registro electrónico	* Objetos de aprendizaje que incluyen evaluación habilidades cognitivas y efectividad. ** Base de Datos SQLite	Sujetos de estudio
6. Esquematizar y explicar los componentes del modelo de aprendizaje adaptativo de competencias laborales propuesto que incrementa la efectividad laboral de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante el análisis de los resultados obtenidos.	Análisis de resultados obtenidos (Registro electrónico)	** Diagrama del modelo propuesto	NA
		** Matriz analítica de los componentes del modelo	Variables de estudio / elementos del modelo propuesto

Como puede observarse, las unidades de análisis del estudio son principalmente dos: a) los documentos para los diferentes tipos de análisis documental abordados y; b) el servidor público municipal del Ayuntamiento de Huixquilucan cuyo perfil aplique para la realización del estudio.

Derivado de la información contenida en la figura 6.2, se puede realizar una explicación más detallada de la metodología planteada para cada una de las fases y de los submodelos propuestos (MAP, MOA y MAD).

6.6.2. Fase I: Inicial

Con el fin de alcanzar el objetivo de “Definir la efectividad laboral por medio de la revisión documental contrastándolo con las opiniones de los servidores públicos del ayuntamiento, para encontrar las áreas de oportunidad lograr un modelo eficiente”, en primera instancia, fue importante conocer la situación actual del Ayuntamiento desde la óptica de los servidores públicos en lo que refiere a efectividad laboral y capacitación. Para cumplir con este cometido se aplicaron los cuestionarios de: 1) Diagnóstico Inicial de la Efectividad y 2) Diagnóstico Inicial de la Capacitación. Los resultados de estos instrumentos se utilizaron para conformar el marco contextual y los antecedentes de la investigación. En el capítulo 4 se describen las preguntas contenidas en estos cuestionarios y los resultados obtenidos.

El Cuestionario de Diagnóstico Inicial de la Capacitación se utilizó de igual forma para conocer la forma en la que los servidores públicos se perciben a sí mismos con relación a sus habilidades cognitivas y sus estilos de aprendizaje. Este cuestionario se aplicó dado que en la metodología propuesta por Balasubramanian y Margret (2018) se propone aplicar una encuesta de opinión para mapear las habilidades con los objetos de aprendizaje. Sin embargo, los resultados que arrojan estas encuestas son susceptibles a no reflejar la necesidad real de aprendizaje de los sujetos de estudio por ser subjetivos. A fin de solventar ésta problemática, en esta investigación se diseñaron los test de habilidades cognitivas (HC) en los que se embeben los objetos de aprendizaje para obtener para cada HC, el desempeño de

cada uno de los sujetos de estudio por cada objeto de aprendizaje (OA), es decir el mapeo inicial HC-OA. Con esto se lograron resultados más objetivos.

Para conformar el marco teórico de la investigación se realizó una revisión sistemática sobre los modelos y sistemas de aprendizaje adaptativo. De igual forma, se realizó una revisión sobre los conceptos de capacitación y efectividad laboral.

En lo que respecta al objetivo: “Describir cómo ha sido la efectividad laboral de los servidores públicos, mediante el análisis de los informes anuales para determinar las áreas de mayor riesgo en los últimos cuatro años, en el Ayuntamiento de Huixquilucan”, se utilizó un registro bibliográfico integrado por diversos documentos; este registro se observa en la tabla 6.2. El resultado del análisis de los documentos relacionados en esta tabla se compendió en un registro de hallazgos (tabla 6.3) con el cual se determinó la situación actual de la efectividad laboral en el Ayuntamiento de Huixquilucan.

Tabla 6.2. Registro de documentos relacionados con el desempeño o efectividad laboral

- Manual de Procedimientos de la Dirección General de Administración del Ayuntamiento de Huixquilucan 2019-2021.
- Reglamento Orgánico Municipal del H. Ayuntamiento de Huixquilucan 2019-2021.
- Plan de Desarrollo Municipal del H. Ayuntamiento de Huixquilucan 2019-2021
- Bando Municipal del H. Ayuntamiento de Huixquilucan 2019-2021
- Informes de Actividades de los años 2017,2018,2019 y 2020 del Ayuntamiento de Huixquilucan
- Programa Anual de Capacitación para los Servidores Públicos del H. Ayuntamiento de Huixquilucan de los años 2017, 2018, 2019 y 2020.
- Informe de Resultados de la Fiscalización Superior (OSFEM) de los años 2019 y 2020
- Programas Operativos Anuales (POA) correspondientes a los años 2017, 2018, 2019 y 2020.
- Presupuesto Basado en Resultados Municipales (PbRM) de los años 2017, 2018, 2019 y 2020

Mediante la técnica documental de revisión analítica utilizada en las auditorías se realiza una indagación sobre los informes y archivos suministrados. Al “hallazgo” se le emplea en un sentido crítico y se refiere a cualquier situación deficiente y relevante que se determine por medio de la aplicación de los procedimientos de auditoría en las áreas examinadas (Morales del Rey, s.f.). Las técnicas utilizadas para obtener hallazgos son la comparación de datos, la observación directa y documental, y el análisis de documentos. Un hallazgo tiene cuatro atributos:

a) Condición. Es la situación actual en la que se encuentra un elemento (en este caso, que esté relacionado con la efectividad laboral). Describe “lo que es”.

b) Criterio. Es la normativa legal, mejores prácticas o técnica aplicable, es decir “lo que debe ser”.

c) Causa. Es la razón de que exista una mala práctica, y de que se no se cumpla con un determinado criterio. Responde a la cuestión ¿por qué sucede?

d) Efecto. Es la consecuencia de que exista una condición que no cumpla con un determinado criterio. Es el resultado de la diferencia entre lo que es y lo que debe ser.

Estos cuatro elementos se pueden plasmar en un diagrama causa-efecto, en que se pueda visualizar las alternativas del desarrollo de la causa hasta el punto que su corrección solucione o prevenga la recurrencia de un hallazgo negativo, y del desarrollo del efecto hasta el punto que su planteamiento demuestre la gravedad del hallazgo y justifique la recomendación.

Un hallazgo debe cumplir con una serie de requisitos básicos: debe tener una importancia relativa, que amerite su desarrollo y comunicación formal; debe estar basado en hechos y evidencias precisas que figuren en los documentos revisados; debe ser objetivo, al fundamentarse en hechos reales; debe estar basado en una labor de auditoría suficiente para respaldar las conclusiones resultantes; de igual forma, debe ser convincente.

Para desarrollar o establecer un hallazgo, se deben seguir una serie de pasos:

1. Identificar la condición deficiente y su comprobación con los estándares o criterios establecidos
2. Identificar las líneas de autoridad y de responsabilidad en la entidad con respecto a la condición encontrada
3. Determinar y comprender las causas de la deficiencia

4. Determinar si la deficiencia es aislada o muy difundida, o sea la frecuencia de la deficiencia para evaluar si se trata de un caso aislado o representa una debilidad sistemática general.

El registro o cedula de hallazgos se elabora al final del análisis documental, y es una tabla que contiene cinco campos: el número registro o consecutivo, el elemento revisado, la evidencia documental (es decir, en donde se localizó el hallazgo), la condición o descripción del hallazgo, la causa, el criterio, el efecto, y finalmente la conclusiones y recomendaciones (ver tabla 6.3).

Tabla 6.3. Registro de hallazgos

Consecutivo	Elemento revisado (de forma específica)	Evidencia documental (de forma general)	Descripción (Condición)	Causa	Criterio	Efecto	Conclusiones y recomendaciones
1							
...							
N							

Para el logro del objetivo de “Analizar los métodos y técnicas de aprendizaje adaptativo existentes en los últimos 5 años, por medio de la revisión documental, para definir las características del modelo a diseñar”, se utilizan dos instrumentos de investigación. El primero de ellos es la “Matriz bibliográfica de siete estudios previos de modelos o sistemas de aprendizaje adaptativo” que se observa en la tabla 6.4, y la “Matriz analítica para contrastar las seis categorías de evaluación”, cuyo diseño se presenta en la tabla 6.5, y en el anexo I se incluyen las tablas utilizadas para análisis comparativo.

Tabla 6.4. Estructura de la matriz bibliográfica utilizada en el Marco Teórico (Capítulo 3)

No. De estudio	Autor	Procedencia	Año	Título
1..				
n				

Tabla 6.5. Estructura de la matriz analítica utilizada en el Marco Teórico (Anexo I)

No. de Estudio	Objeto de estudio	Variables de estudio	Sujetos de estudio	Metodología empleada	Técnicas de inteligencia artificial o adaptabilidad	Resultados obtenidos y conclusiones
1..n						

Para el cumplimiento del objetivo de “Identificar y analizar los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante la comparación del desempeño laboral, permitiendo diseñar un modelo cercano a la realidad”, se realizó lo siguiente:

- a) Dado que el Ayuntamiento ya ha realizado evaluaciones de desempeño del tipo 270º (ver anexo II), se utilizan los resultados obtenidos por la aplicación de este instrumento y se discuten en el capítulo 4 con el fin de conocer la percepción de los servidores públicos en torno a la efectividad laboral.
- b) Para diseñar un modelo cercano a la realidad, se analizaron los resultados de la encuesta de Clima Laboral, la cual contiene información de los puestos de los servidores públicos. Por otro lado, se analizó la información contenida en los formatos de evaluación de desempeño: a) PBRM (Presupuesto Basado en Resultados Municipales) y b) POA (Programa Operativo Anual).

Dado que la información recabada es sensible, esta no se expone sino solo se compendia la referencia en el “Registro de fuentes de información referente a perfiles de puesto y evaluación del desempeño para su análisis descriptivo-comparativo” (ver tabla 6.6); como resultado del análisis de la información se realiza el “Registro de Hallazgos (Comparativo)”, el cual se observa en la tabla 6.7.

Tabla 6.6. Registro de fuentes de información relacionada con los perfiles de puesto y evaluación de desempeño individual

Referencia
<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de la encuesta de clima laboral 2022 (servidorpub_clima_laboral_2022.xlsx) • Sistema de Evaluación de Desempeño 270º localizado en http://189.192.220.2:8080/eval270/

Tabla 6.7. Registro de hallazgos (comparativo)

Consecutivo	Resultados de la encuesta de clima laboral	Observación Estructurada	Descripción (Condición)	Causa	Criterio	Efecto	Conclusiones y recomendaciones
1							
...							
N							

La información contenida en estos registros se integra en el Modelo del Aprendiz, con el fin de tener registro en la base de datos del sistema desarrollado de los perfiles de puesto y establecer un plan de capacitación adecuado a las necesidades de cada servidor público.

Modelo del Aprendiz (MAP)

El MAP se emplea para clasificar a los individuos con base en el nivel de habilidades cognitivas (HC) con las que cuentan. Se consideran las HC útiles para el procesamiento de la información, las cuales son la memoria, la concentración, la percepción, y el pensamiento lógico. Para medir estas habilidades en los SPAH, se diseñaron cuatro test de habilidades cognitivas y una simulación tipo “arrastra y suelta” o *drag and drop*.

De acuerdo a Hernández et al. (2016), la recolección de datos cuantitativos se realiza mediante instrumentos de medición que deben representar verdaderamente a las variables de la investigación; sus requisitos son la confiabilidad, la validez y la objetividad. Dentro de la gama de instrumentos cuantitativos, se encuentran los *Test* o pruebas para la medición de los indicadores, que para efectos de esta investigación son cuatro para la variable independiente, uno por cada habilidad cognitiva o indicador: Memoria, Concentración, Percepción y Razonamiento Lógico; incluyendo la simulación tipo *drag and drop* de título “Estructura de un oficio”.

Los test de habilidades cognitivas y la simulación son instrumentos de tipo cuantitativo que permiten conocer el factor de desempeño de cada sujeto de estudio

en cada objeto de aprendizaje para cada habilidad cognitiva. En otras palabras, se obtiene un mapeo entre las habilidades cognitivas y los objetos de aprendizaje. Para fines de la presente investigación se utilizaron cinco tipos de objetos de aprendizaje: texto, audio, video, infografía y simulación.

La medición de las habilidades cognitivas permitirá alcanzar el objetivo de “Identificar y analizar las habilidades cognitivas necesarias para cubrir los perfiles, por medio objetos de aprendizaje establecidos en el curso de capacitación propuesto, permitiendo impactar el grado de efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan”. El detalle de estas pruebas o *test* se presentan en el anexo III. Los resultados de la aplicación de las evaluaciones tipo test de los objetos de aprendizaje se almacenaron en una base de datos SQLite.

Con los resultados de la aplicación de los test y la simulación, se conformaron cuatro grupos de estudio de acuerdo a la edad, experiencia y grado académico de los sujetos de estudio. El análisis ANOVA permite conocer la variabilidad de los datos de una muestra con respecto a su media; una alta variabilidad de los datos significa que la muestra tiene mayor dispersión y si su distribución se gráfica, la curva resultante es más ancha que en el caso de una menor variabilidad. En otras palabras, a mayor variabilidad mayor cobertura.

Por lo anterior, el análisis ANOVA se utiliza para conocer los objetos de aprendizaje más representativos para cada grupo, es decir, los que tienen mayor cobertura entre las muestras. Con los datos del mapeo HC-OA, se realiza la clasificación de estos primeramente por habilidad cognitiva, y subsecuentemente por nivel de habilidad (bajo, medio y alto). Es decir, en total se conforman 12 grupos.

Módulo de Adaptación (MAD)

A través de un Sistema Difuso de Inferencia (FIS) se establecen las reglas para la asignación de los objetos de aprendizaje. Estas reglas se definen a partir de los tipos de objetos de aprendizaje con mayor influencia para cada HC detectados. Las reglas tienen la sintaxis $p \rightarrow q_1 \wedge q_2 \wedge q_3$ en donde p es el antecedente, y a su vez, el

nivel de habilidad cognitiva inicial de los sujetos de estudio, y q_i siendo $i \in [1...3]$, es uno de los consecuentes, y a su vez, uno de los tipos de objetos de aprendizaje de mayor influencia.

Con los datos estadísticos de los 12 grupos separados por habilidad cognitiva y nivel de habilidad (alto, medio y bajo) se definen las funciones de membresía del tipo triangular para cada uno de ellos. Los vértices para cada triángulo se conforman por el valor mínimo, la media y el valor máximo de cada grupo. Para cada habilidad existen tres funciones triangulares, una función por nivel de habilidad, las cuales son adyacentes y no se traslapan ya que al momento en que un individuo es evaluado, se obtiene una calificación que indica el nivel que posee.

Para los tipos de objeto de estudio (consecuentes) se sigue el mismo proceso que para las habilidades cognitivas, partiendo el dominio del nivel en tres partes iguales, lo que genera tres funciones triangulares adyacentes idénticas. El sistema difuso de inferencia da como resultado el nivel del tipo de objeto de aprendizaje necesario para el desarrollo de las habilidades del individuo, este valor se obtiene en números reales.

Modelo de Objeto de Aprendizaje (MOA)

Se diseñó un curso de "Lenguaje Claro" compuesto por cinco módulos. Se realizaron cinco versiones diferentes del curso, una por cada tipo de objeto de aprendizaje (texto, audio, video, infografía y simulación). Para cada módulo, dependiendo del contenido y la cantidad de información presentada, se diseñaron 3 o 6 simulaciones de tipo *drag and drop*, en las que los estudiantes relacionaron conceptos y definiciones.

Para el caso de la medición de la efectividad, es decir la variable dependiente, se diseñaron, desarrollaron y aplicaron dos simulaciones una al inicio y otra al final del curso en las que se le presentó a los estudiantes un caso de estudio con el fin de redactar un oficio. Estas simulaciones se diseñaron con límite de tiempo ya que la efectividad se relaciona con la "respuesta completa evidente" del dominio

psicomotor de la taxonomía de Bloom medida en términos de la eficacia y la eficiencia.

6.6.3. Fase II: Final

Integración de los componentes del modelo general

Para lograr la integración modular del Modelo de Aprendizaje Adaptativo, se utiliza un algoritmo denominado ASPIRADO que es el acrónimo de “Agotamiento Secuencial, Priorizado, Intercalado y Recurrente para la Asignación Dinámica de Objetos de Aprendizaje”. Con su nombre lo dice, la función del algoritmo es “aspirar” objetos del aprendizaje de cada una de las versiones de los cursos ofrecidos; en este caso, se tienen cuatro versiones de curso: texto, audio, video e infografía.

En otras palabras, el algoritmo selecciona de forma secuencial, uno a uno, del MOA los objetos del aprendizaje que son necesarios para que el estudiante desarrolle sus habilidades cognitivas (obtenidos en el MAD), priorizando los de mayor peso. Por ejemplo, si para un individuo en específico los pesos resultantes del Sistema Difuso de Inferencia fueron para texto, audio, video e infografía los valores de 0.8, 0.6, 0.4 y 0.2, esto significa que dicho sujeto de estudio obtendrá texto alto, audio medio, video medio e infografía baja durante el curso.

Estos niveles de entrega del contenido del curso, se traducen para objetos de la presente investigación en lo siguiente: a) para un tipo de objeto del aprendizaje con nivel alto se entregan tres unidades de contenido u objetos de aprendizaje: b) para un nivel medio de entrega, se liberan 2 piezas de contenido; y c) para un peso bajo solo se libera únicamente una pieza u objeto de aprendizaje. En el caso del ejemplo que se presentó en el párrafo anterior, al individuo se le liberarían de forma secuencial y priorizando los objetos con mayor peso, 3 unidades de texto, 2 unidades de audio 2 unidades de video y una unidad de infografía. En la figura 6.3 se ilustra este ejemplo, se observa de forma clara los objetos de aprendizaje numerados y ordenados de forma secuencial para cada versión o tipo de OA; así como la secuencia de aprendizaje (OA) que se liberan al individuo.

Figura 6.3. Asignación de Objetos de Aprendizaje mediante el algoritmo ASPIRADO.



Los niveles de habilidad cognitiva detectados de forma inicial en el modelo MAP se utilizan como entrada del Sistema Difuso de Inferencia del modelo MAD, lográndose de esta forma la integración de estos dos módulos. Por otro lado, con el algoritmo de ASPIRADO se logra la integración de los modelos MAD y MOA. El siguiente paso fue que los sujetos tomaran el curso de Lenguaje Claro y que interactuaran con los objetos de aprendizaje que les fueron proporcionados.

Al finalizar cada módulo se aplicó un cuestionario de conocimientos, con el cual se verificó si los sujetos de estudio mejoraban en su nivel de habilidades cognitivas. A cada pregunta de los cuestionarios se le asignó una ponderación combinada de grados de habilidad cognitiva, para descomponer la calificación en términos del nivel de memoria, concentración, percepción y razonamiento lógico. Esta asignación se realizó de forma automática con ayuda del paquete Stanza para el manejo de lenguaje natural y aplicando de forma proporcionada las técnicas de Evaluación Automática de Ensayos (AES).

Para aplicar AES a las preguntas y poder clasificarlas por tipo (memoria, concentración, percepción y razonamiento lógico) y nivel (alto, medio y bajo) de habilidad cognitiva, se conformó un pequeño diccionario de frases a las cuales se

les asignó un tipo y un nivel. Mediante la comparación de las preguntas con estas frases y dependiendo, de igual forma, de la longitud de la pregunta, se realizó dicha clasificación. De esta forma el modelo es capaz de entregar por cada cuestionario el valor integral de la calificación, así como el valor por componente de memoria, concentración, percepción y razonamiento lógico.

Finalmente se aplica la evaluación final de efectividad a través de la simulación “Redacción de un oficio”. Embebidas en esta simulación se encuentra una medición final de las habilidades cognitivas, incluyendo la medición de la efectividad en términos de eficacia y eficiencia. Con el fin de medir la eficiencia en las respuestas brindadas por los sujetos de estudio, a los cuestionarios se les añadió la característica de tener un límite de tiempo para su realización. A partir de los resultados de esta evaluación se realiza un análisis para verificar la efectividad del modelo propuesto y comprobar la hipótesis y supuesto planteados.

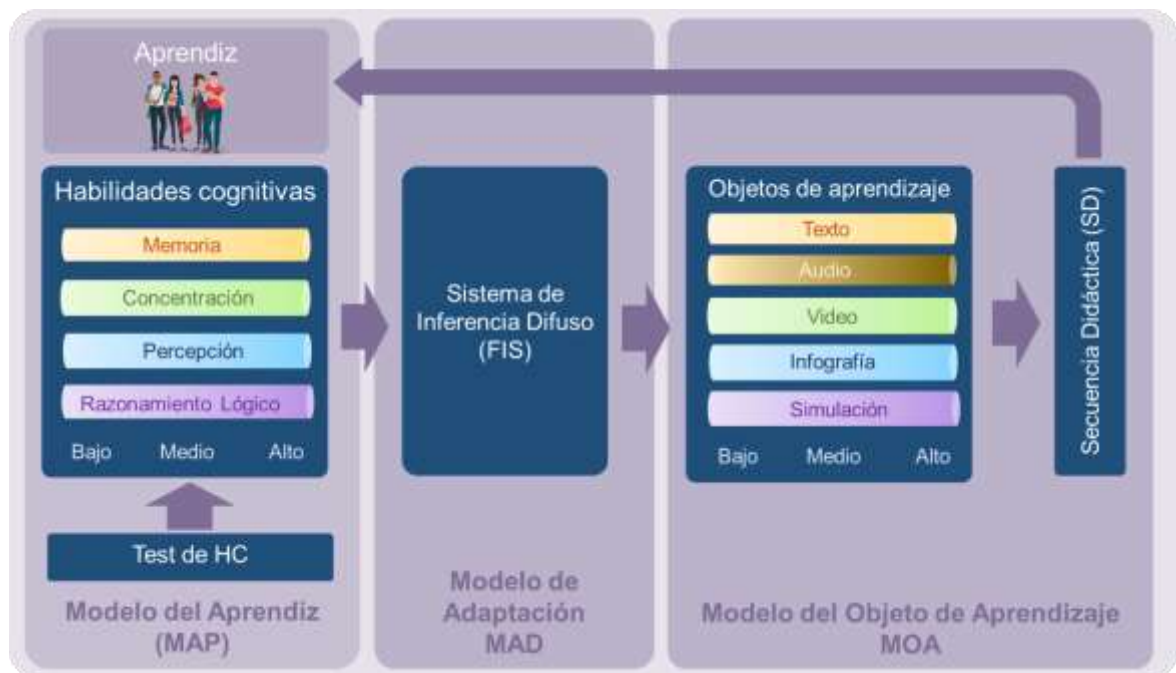
Capítulo 7

Resultados y Discusión

7. Resultados y Discusión

En esta sección se exponen los resultados de la investigación, de acuerdo al proceso metodológico establecido en el capítulo anterior. En la figura 7.1 se ilustran los tres componentes que integran el modelo general de aprendizaje adaptativo propuesto: a) modelo del aprendiz (MAP), b) modelo de adaptación (MAD) y c) modelo de objeto de aprendizaje (MOA). Estos componentes se describen de forma más amplia en las secciones que integran el presente capítulo y que se dividen en fase inicial y fase final.

Figura 7.1 Esquema del modelo de aprendizaje adaptativo de habilidades cognitivas y competencias laborales



En la fase inicial se presenta los datos obtenidos del análisis ANOVA realizado a las calificaciones resultantes de la aplicación de los test de habilidades cognitivas a los sujetos de estudio. Estos datos fueron útiles para determinar los objetos de aprendizaje con lo que mejor desempeñan los sujetos de estudio. En la fase final los individuos fueron partícipes del curso “Lenguaje Claro”, sobre el cual se aplicaron una serie de evaluaciones para conocer el desempeño de los estudiantes

tanto en el desarrollo de sus habilidades cognitivas como en su evolución en relación a la efectividad laboral.

7.1. Fase I: Inicial

7.1.1. Módulo del aprendiz (MAP)

Con el fin de obtener los niveles de habilidades cognitivas iniciales de los sujetos de estudio, se diseñaron, desarrollaron e implementaron los test de memoria, concentración, percepción y razonamiento lógico de los cuales, su detalle se puede apreciar en el Anexo I; de igual forma, estos instrumentos permitieron realizar un mapeo entre las habilidades cognitivas y los objetos de aprendizaje, los cuales revelan el estilo de aprendizaje del individuo.

Se aplicaron los test de habilidades cognitivas a 80 sujetos de estudio, las calificaciones obtenidas por los estudiantes corresponden a valores en la escala 0 a 100. Esta información se almacenó dentro de una tabla denominada *test_grades* de la base de datos SQLite que se utilizó como parte del MAP. Los campos de la tabla referida se integraron de la siguiente manera:

- id: número consecutivo
- student: Nombre del estudiante o empleado (sujeto de estudio)
- Edad: Edad del sujeto de estudio
- Nivel_Estudios: Escolaridad del sujeto de estudio
- Experiencia: Años de experiencia del sujeto de estudio
- text_logicalthink_grade: Calificación del razonamiento lógico con texto
- audio_logicalthink_grade: Calificación del razonamiento lógico con audio
- video_logicalthink_grade: Calificación del razonamiento lógico con video
- infogra_logicalthink_grade: Calificación del razonamiento lógico con infografía
- text_concentration_grade: Calificación de concentración con texto
- audio_concentration_grade: Calificación de concentración con audio
- video_concentration_grade: Calificación de concentración con video

- infogra_concentration_grade: Calificación de concentración con infografía
- text_perception_grade: Calificación de percepción con texto
- audio_perception_grade: Calificación de percepción con audio
- video_perception_grade: Calificación de percepción con video
- infogra_perception_grade: Calificación de percepción con infografía
- text_memory_grade: Calificación de memoria con texto
- audio_memory_grade: Calificación de memoria con audio
- video_memory_grade: Calificación de memoria con video
- infogra_memory_grade: Calificación de memoria con infografía
- simulation_memory_grade: Calificación de memoria con simulación
- simulation_concentration_grade: Calificación de concentración con simulación
- simulation_perception_grade: Calificación de percepción con simulación
- simulation_logicalthink_grade: Calificación de razonamiento con simulación

En los resultados se observa que para el caso de la Memoria la media de la calificación oscila para todos los grupos alrededor de 8 en escala de 10; para la Concentración, la media oscila cerca de 8. En el caso de la Percepción, la media oscila alrededor de 6.5, sin embargo, se observa que a mayor edad y experiencia el desempeño es menor. En el caso del test de Razonamiento Lógico, la media se encontró en el test de diagnóstico alrededor de un valor de 6.

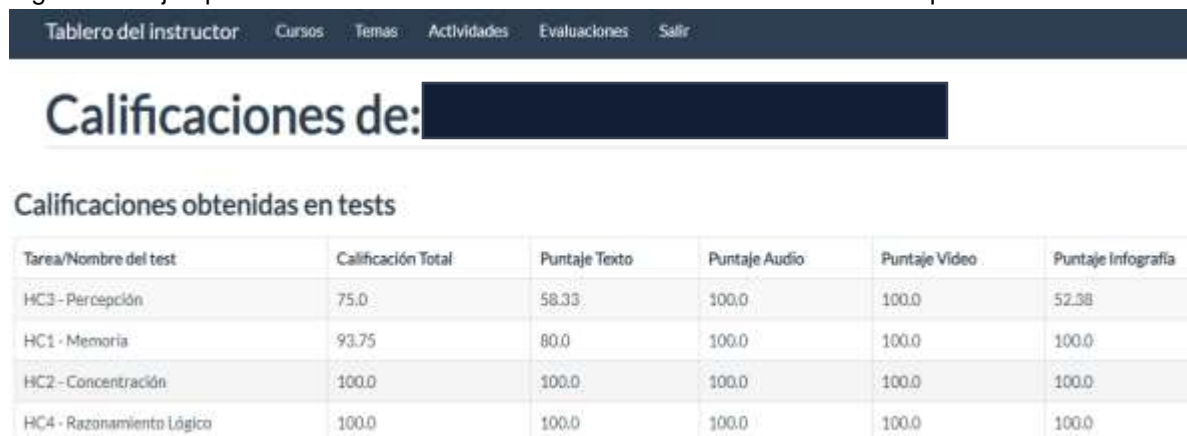
En la tabla 7.1 se muestra un extracto de los datos almacenados en la tabla test_grades, y en la figura 7.2 se observa la visualización de los resultados para un sujeto de estudio en particular, desde el perfil o vista del facilitador en el Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS) del Ayuntamiento de Huixquilucan, el cual se ha denominado Huixquieduca.

Tabla 7.1. Fragmento de la tabla (*dataset*) test_grades

Id	Edad	Nivel_Estudios	Experiencia	RL_texto	RL_audio	...	P_sim	RL_sim
7	27	Superior (licenciatura, ingeniería)	De 4 a 6 años	100	100	...	100	100
8	29	Superior (licenciatura, ingeniería)	De 4 a 6 años	100	100	...	84.62	84.62
9	34	Superior (licenciatura, ingeniería)	De 4 a 6 años	100	100	...	76.92	76.92
10	29	Posgrado (Maestría o Doctorado)	De 4 a 6 años	0	33.33	...	69.23	69.23
30	43	Medio superior (preparatoria, estudios técnicos)	De 4 a 6 años	33.33	0	...	100	100

Nota: Id=id del sujeto de estudio, P=percepción, RL=razonamiento lógico, sim=simulación

Figura 7.2. Ejemplo de resultados de los test de HC vistos en el sistema Huixquieduca



particular el análisis ANOVA. Esta ingeniería de atributos abarcó las siguientes tareas:

1. Las columnas Nivel_Estudios y Experiencia se modificaron en lo que refiere a su tipo de datos para convertirse de categóricas a numéricas, y de esta forma integrarlas al análisis cuantitativo.
2. La columna con el nombre del estudiante se desechó por ser de tipo no numérica, y se normalizaron los valores cuantitativos para ajustarlos dentro del rango de 0 a 1.
3. Para ubicar los objetos de aprendizaje con los cuales los sujetos de estudio tuvieron un mejor desempeño, se eligen, para las columnas que muestran las

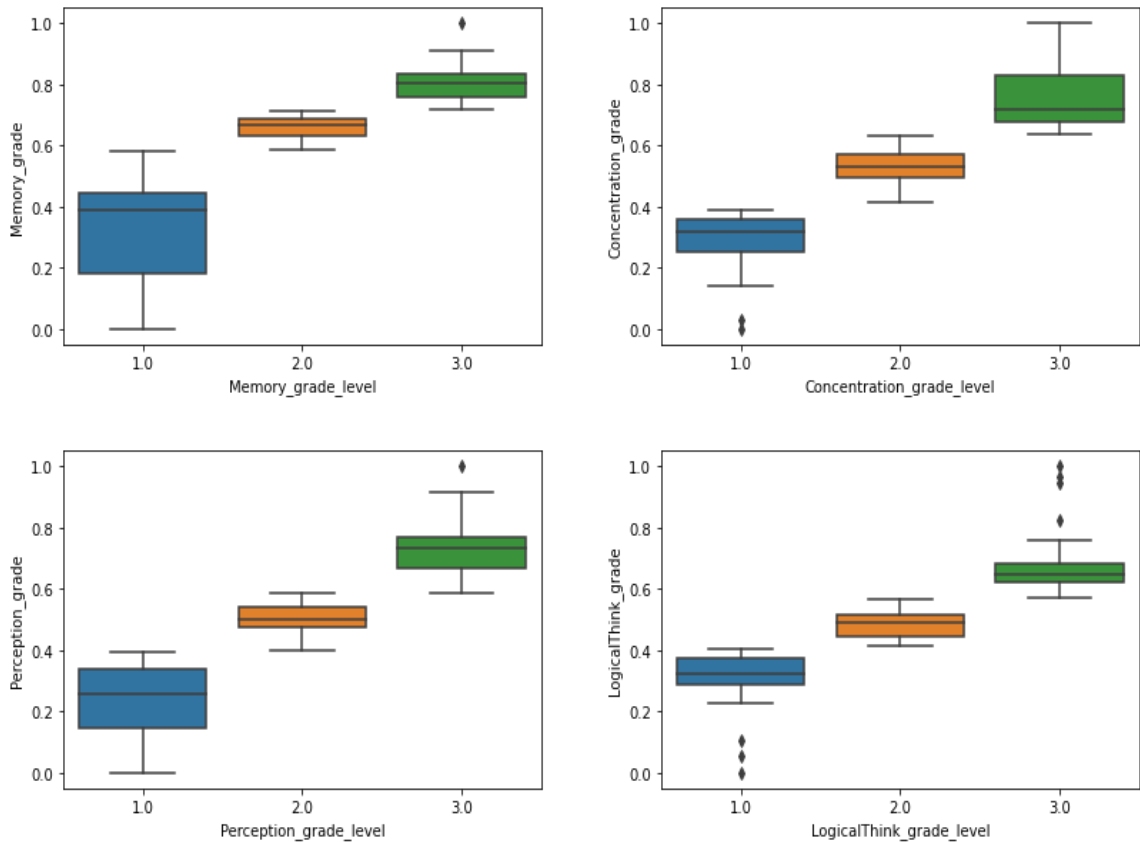
calificaciones obtenidas por habilidad cognitiva y objeto de aprendizaje, los valores por arriba del cuantil 0.66 y se les sustituyen por un valor de 1, el resto de las celdas se rellenan con ceros.

4. Posteriormente se clasifican a los sujetos de estudio por edad, experiencia y escolaridad, lo cual se logra mediante la fusión de estas tres columnas, a través de la sumatoria de dichas columnas, generando un atributo agregado denominado "edad_experiencia_estudios"; tomando como referencia dicho atributo, la información de la tabla se ordena de forma descendente.
5. Con los datos ordenados por edad_experiencia_estudios, se conforman cuatro grupos de 20 registros cada uno, con los cuales posteriormente se realizó el análisis ANOVA. En la siguiente se ahondará más sobre este análisis.

Después de realizar la Ingeniería de Atributos, se clasificó a los sujetos de estudio por nivel de habilidad, es decir, para cada habilidad cognitiva se identificaron a los sujetos de estudio que obtuvieron calificaciones a nivel bajo, medio y alto. Para conformar los tres grupos, se tomaron en cuenta para un nivel bajo los sujetos de estudio que fueron ubicados por debajo del percentil .33, para un nivel medio aquellos que estuvieran entre el percentil .33 y el percentil .66, y los de un nivel alto aquellos ubicados por arriba del percentil .66.

Esta clasificación de los individuos se puede observar gráficamente en la figura 7.3. Se observa que predominan los individuos con memoria y percepción baja, seguidos de los individuos con Concentración alta. De igual forma, se observa que, para el caso del Razonamiento Lógico, una alta proporción de individuos obtuvieron calificaciones en rangos medios, aproximadamente entre 0.25 y 0.75 en escala de 1; hay algunos valores atípicos (*outliers*), representados en las gráficas por puntos, que quedan fuera de este rango.

Figura 7.3 Diagramas de caja de la clasificación de los sujetos de estudio por nivel de HC.



Debido a la presencia de estos valores atípicos, es necesario realizar un reajuste a una nueva escala o realizar un proceso de normalización de los datos. Una vez realizado este proceso, la clasificación resultante se utiliza para verificar el nivel de entrega de los objetos de aprendizaje a los estudiantes. Para conocer el tipo de objeto de aprendizaje a entregar al estudiante, se sigue la metodología propuesta por Balasubramanian y Margret (2018), en la cual los individuos se clasifican con base en su edad y experiencia, y a partir de esta clasificación, se realiza un proceso de normalización y posteriormente el análisis ANOVA. La representación gráfica de esta organización de la información, se observa en la figura 7.4.

Se pueden visualizar tres valores atípicos, dos en la habilidad cognitiva “Memoria” y uno en la habilidad cognitiva “Percepción”. En las tablas 7.2 y 7.3, se enlistan los

registros correspondientes a estos valores atípicos. Como puede observarse los sujetos de estudio con niveles atípicos tienen características diferentes.

Figura 7.4. Diagramas de caja de la clasificación de los sujetos de estudio por edad, nivel de estudios y experiencia.

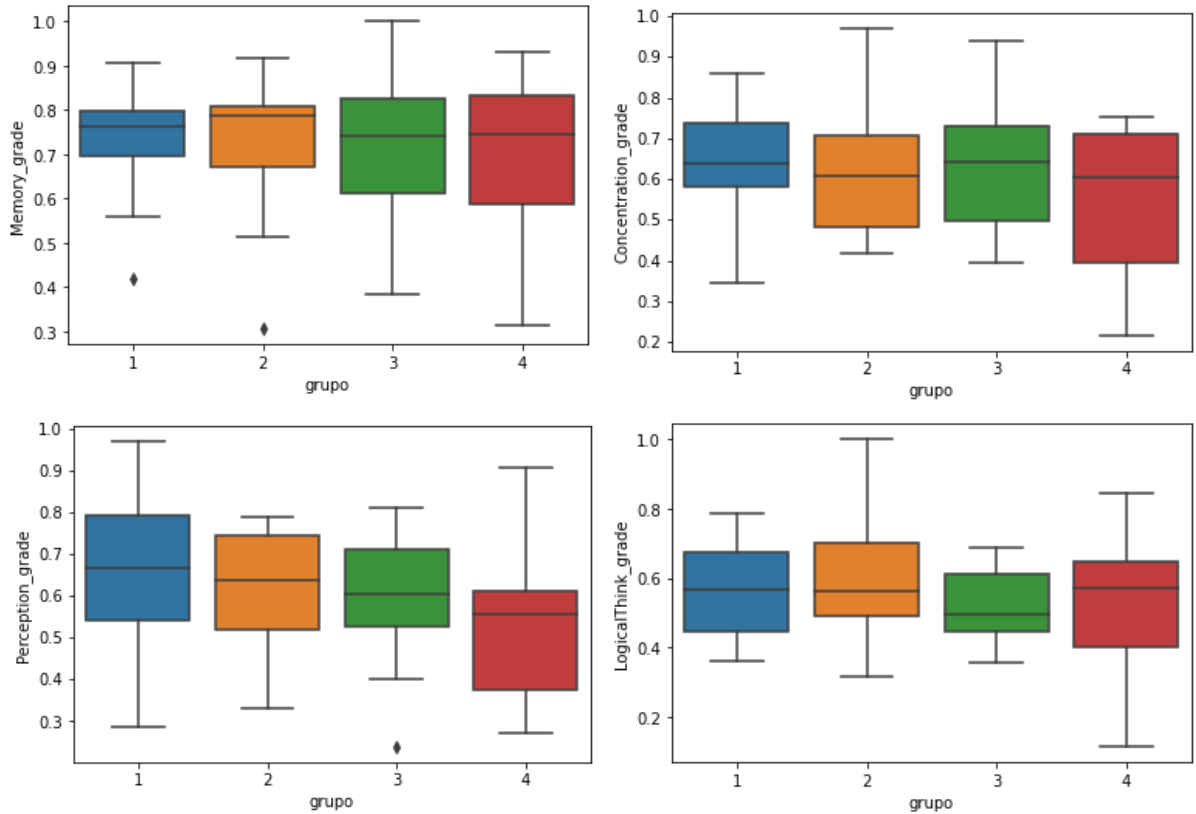


Tabla 7.2 Perfil cualitativo de los estudiantes que presentaron valores atípicos.

id	estudiante	Edad	Nivel de Estudios	Experiencia	Memoria	Concentración	Percepción	Razonamiento Lógico
96	Paulina	23	Medio superior	De 1 a 3 años	0.420095	0.822587	0.28628	0.39658
100	Wendi	34	Superior	De 4 a 6 años	0.307372	0.708307	0.58968	0.53846
41	Susana	51	Secundaria	Más de 7 años	0.63289	0.419254	0.23846	0.46666

Tabla 7.3 Perfil cuantitativo de los estudiantes que presentaron valores atípicos.

id	estudiante	Edad	Nivel de Estudios	Experiencia	Memoria	Concentración	Percepción	Razonamiento Lógico
96	Paulina	0.04545	0.333333	0.333333	0.420095	0.822587	0.28628	0.39658
100	Wendi	0.29545	0.666667	0.666667	0.307372	0.708307	0.58968	0.53846
41	Susana	0.68189	0.0	1.0	0.63289	0.419254	0.23846	0.46666

Los valores atípicos presentados pueden deberse a distintos factores entre los cuales se pueden mencionar:

1. Presencia de elementos distractores durante la realización de las pruebas.
2. Las pruebas fueron realizadas sin que el sujeto de estudio prestara la debida atención para su realización.
3. Falta de compromiso del sujeto de estudio para participar en las pruebas.
4. Las pruebas se realizaron con premura.
5. El valor mostrado representa el nivel real del sujeto de estudio

Cabe hacer énfasis en las siguientes precisiones. Con el fin de disminuir el impacto de los *outliers* en los diferentes análisis estadísticos realizados, los datos deben pasar por un proceso de normalización. El primer paso es clasificar a los sujetos de estudio con base en la edad, experiencia y nivel de estudios. Con esta clasificación se realiza un análisis ANOVA de un solo factor el cual permite conocer los objetos de aprendizaje de mayor influencia.

Posteriormente se clasifica a los sujetos de estudio por nivel de habilidad cognitiva (bajo, medio y alto), lo cual genera 12 grupos diferentes, 3 por cada una de las 4 habilidades cognitivas. Para cada grupo se determina la media y la desviación estándar con el fin de graficar las curvas normales, y a partir de ellas, determinar el nivel de entrega de los objetos de aprendizaje. Este proceso se desglosa en las siguientes secciones.

7.1.2. Módulo del objeto de aprendizaje (MOA)

Como se mencionó con anterioridad, se conformaron cuatros grupos clasificados por el atributo “edad_experiencia_estudios”, y posteriormente se realizó un análisis ANOVA de un factor para obtener el porcentaje de influencia de los OA en cada habilidad cognitiva. Para ejecutar el análisis, se realizó para cada grupo, la contabilización de los objetos de aprendizaje con los cuales los sujetos de estudio tuvieron un mejor desempeño en cada una de las habilidades cognitivas. Esta operación generó como resultado 4 diferentes tablas, una por habilidad cognitiva (tablas 7.4, 7.5, 7.6 y 7.7).

Tabla 7.4. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Memoria

Grupo	Texto	Audio	Video	Infografía	Simulación
0	8.0	11.0	7.0	14.0	4.0
1	8.0	8.0	7.0	14.0	6.0
2	4.0	6.0	8.0	12.0	9.0
3	8.0	8.0	5.0	13.0	6.0

Tabla 7.5. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Concentración

Grupo	Texto	Audio	Video	Infografía	Simulación
0	8.0	10.0	15.0	10.0	4.0
1	6.0	6.0	13.0	10.0	6.0
2	7.0	6.0	13.0	9.0	9.0
3	5.0	7.0	13.0	9.0	6.0

Tabla 7.6. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Percepción

Grupo	Texto	Audio	Video	Infografía	Simulación
0	12.0	9.0	14.0	10.0	4.0
1	10.0	11.0	15.0	9.0	6.0
2	13.0	8.0	12.0	4.0	9.0
3	5.0	7.0	10.0	9.0	6.0

Tabla 7.7. Concentrado de respuestas para la Habilidad Cognitiva: Razonamiento

Grupo	Texto	Audio	Video	Infografía	Simulación
0	6.0	10.0	13.0	11.0	4.0
1	8.0	14.0	14.0	13.0	6.0
2	7.0	11.0	9.0	8.0	9.0
3	7.0	13.0	12.0	10.0	6.0

Una vez realizada la contabilización de OA y a partir de las tablas de concentrado de respuestas por HC, se realiza el análisis ANOVA de un solo factor para cada una de las habilidades cognitivas. Como resultado, se obtuvo la información contenida en las tablas 7.8-7.11. Para determinar que OA son los que tienen mayor influencia en los sujetos de estudio para una determinada HC, se toma en cuenta el valor de la varianza para cada OA.

A mayor varianza, mayor influencia, y esto se explica con el hecho de que para una distribución normal la curva que la representa tiene una mayor amplitud o rango

de cobertura sobre los sujetos de estudio. El porcentaje de influencia se calcula ponderando los valores de la varianza. En la tabla 7.8 se observa que para la HC Memoria los OA de mayor influencia son el audio, la simulación y el texto.

Tabla 7.8. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Memoria

	Cuenta	Media	Desv. Std.	Varianza	% Influencia
Texto	4	7.000000	2.000000	4.000000	27.000000
Audio	4	8.250000	2.061553	4.250000	28.000000
Video	4	6.750000	1.258306	1.583333	11.000000
Infografía	4	13.250000	0.957427	0.916667	6.000000
Simulación	4	6.250000	2.061553	4.250000	28.000000

A través de los paquetes estadísticos de Python se obtienen el factor F y el valor p o *p-value*. El factor F es el producto de la división de la variación entre las medias de las muestras entre la variación dentro de las muestras (Minitab Blog Editor, 2019). En ANOVA existen dos hipótesis: a) Hipótesis nula, la cual establece que las medias de los grupos son iguales y b) la Hipótesis alterna, la cual indica que al menos la media de uno de los grupos es diferente a las demás.

Un valor $F=1$, indica que la hipótesis nula es cierta; un valor alto de F indica mayor variabilidad entre las muestras y mayor evidencia en contra de la hipótesis nula. Otro concepto importante dentro de este análisis es el nivel de significancia (α), el cual indica la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es cierta. Por lo general $\alpha=0.5$. Un valor p menor al nivel de significancia α indica que existe la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Sharma, 2022). Para el caso de la HC Memoria los resultados del Factor F y el valor p son:

```
F_onewayResult(statistic=10.933333333333, pvalue=0.0002358177708883)
```

Es decir, $F=10.93$ y valor $p=0.0002$, lo cual indica que la hipótesis alterna es válida y las medias entre los grupos son diferentes. Por lo tanto, se sustenta la hipótesis de que los sujetos de estudio se desempeñan de forma diferente con distintos objetos del aprendizaje, es decir, los sujetos de estudio tienen diferentes estilos de aprendizaje lo que justifica el desarrollo de un modelo de aprendizaje

adaptativo. Los resultados del factor F y el valor p para el resto de las habilidades cognitivas van en el mismo sentido que para la HC Memoria:

- Concentración: $F_{\text{onewayResult}}(\text{statistic}=16.88, \text{pvalue}=1.99e-05)$
- Percepción: $F_{\text{onewayResult}}(\text{statistic}=3.67, \text{pvalue}=0.028)$
- Razonamiento Lógico: $F_{\text{onewayResult}}(\text{statistic}=8.78, \text{pvalue}=7e-4)$

En la tabla 7.9 se observa que los tipos de objetos de aprendizaje de mayor influencia para la Concentración son en orden de importancia la simulación, el audio y el texto. En el caso de la Percepción los tipos de OA de mayor influencia son el texto, la infografía y el video, tal como lo expone la tabla 7.10. Por su parte, para el caso del Razonamiento Lógico los OA de mayor influencia por grado de importancia son video, infografía y simulación (tabla 7.11).

Tabla 7.9. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Concentración

	Cuenta	Media	Desv. Std.	Varianza	% Influencia
Texto	4	6.500000	1.290994	1.666667	15.000000
Audio	4	7.250000	1.892969	3.583333	33.000000
Video	4	13.500000	1.000000	1.000000	9.000000
Infografía	4	9.500000	0.577350	0.333333	3.000000
Simulación	4	6.250000	2.061553	4.250000	39.000000

Tabla 7.10. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Percepción

	Cuenta	Media	Desv. Std.	Varianza	% Influencia
Texto	4	10.000000	3.559026	12.666667	39.000000
Audio	4	8.750000	1.707825	2.916667	9.000000
Video	4	12.750000	2.217356	4.916667	15.000000
Infografía	4	8.000000	2.708013	7.333333	23.000000
Simulación	4	6.250000	2.061553	4.250000	13.000000

Tabla 7.11. Resultados del análisis ANOVA para la HC: Razonamiento Lógico

	Cuenta	Media	Desv. Std.	Varianza	% Influencia
Texto	4	7.000000	0.816497	0.666667	4.000000
Audio	4	12.000000	1.825742	3.333333	19.000000
Video	4	12.000000	2.160247	4.666667	27.000000
Infografía	4	10.500000	2.081666	4.333333	25.000000
Simulación	4	6.250000	2.061553	4.250000	25.000000

De esta forma, con los resultados del análisis ANOVA se obtuvieron los objetos de aprendizaje más representativos para cada habilidad cognitiva de acuerdo a su porcentaje de influencia. En la tabla 7.12 se muestra el resumen del mapeo de los objetos de aprendizaje y las habilidades cognitivas. OA1 es el objeto de aprendizaje de mayor influencia y OA3 el de menor.

Tabla 7.12. Objetos de aprendizaje influyentes por cada habilidad cognitiva

Habilidad Cognitiva	OA1	OA2	OA3
Memoria	Audio	Simulación	Texto
Concentración	Simulación	Audio	Texto
Percepción	Texto	Infografía	Video
Razonamiento	Video	Infografía	Simulación

En el Modelo del Aprendiz se realizó la clasificación de los sujetos de estudio por nivel de HC por cada habilidad. Es decir, se conformaron para cada HC tres grupos diferentes: HC_{baja} , HC_{media} y HC_{alta} . De la información original, ante de aplicar la ingeniería de atributos, se puede observar que los objetos de aprendizaje cuentan con diferentes medias y desviaciones estándar, tal como se comprobó con el análisis ANOVA. Para el caso de la Memoria, estos valores se muestran en la tabla 7.13.

Tabla 7.13 Valores de media y desviación estándar de cada OA para la Memoria

Tipo de OA	Cuenta	Media	Desv. Std.
Texto	80	68.16	16.42
Audio	80	75.71	25.30
Video	80	77.81	20.67
Infografía	80	83.75	29.79
Simulación	80	72.79	19.76

Esto indica que para cada nivel de habilidad cognitiva corresponderá un grado o nivel de OA. Es decir, dependiendo del nivel de HC se entregará al sujeto de estudio una cierta cantidad o nivel de OA. Esto se puede determinar a través de un método gráfico en el que mediante el uso de distribuciones normales que se pueden formar a partir de los valores de la media y la desviación estándar, se observen los niveles de OA que se deben suministrar.

Para el caso de la Memoria, las curvas normales para cada OA se muestran en la figura 7.5 identificando cuales son los OA de mayor influencia. Como puede observarse un individuo con un nivel bajo de Memoria requiere de un nivel bajo de audio, un nivel medio de simulación y un nivel alto de texto. Un individuo con un nivel medio de Memoria requiere niveles medios de audio y texto y alto de simulación. En tanto que un sujeto con Memoria alta necesita niveles medios de audio y simulación, y bajo de texto.

Para el caso de la Concentración, el resumen estadístico se muestra en la tabla 7.14 y las curvas normales en la figura 7.6. Es dicha figura puede observarse que, en el caso de un individuo con un nivel bajo de Concentración, este requerirá un nivel bajo de Simulación, y Audio, y un nivel alto de Texto. Para un nivel medio de Concentración se necesitará un nivel alto de Simulación y de Texto, y un nivel medio de Audio. Mientras que para un nivel alto de Concentración será necesario un nivel alto de Simulación, un nivel medio de Audio y bajo de Texto.

Figura 7.5 Curvas normales para cada OA en el caso de la Memoria

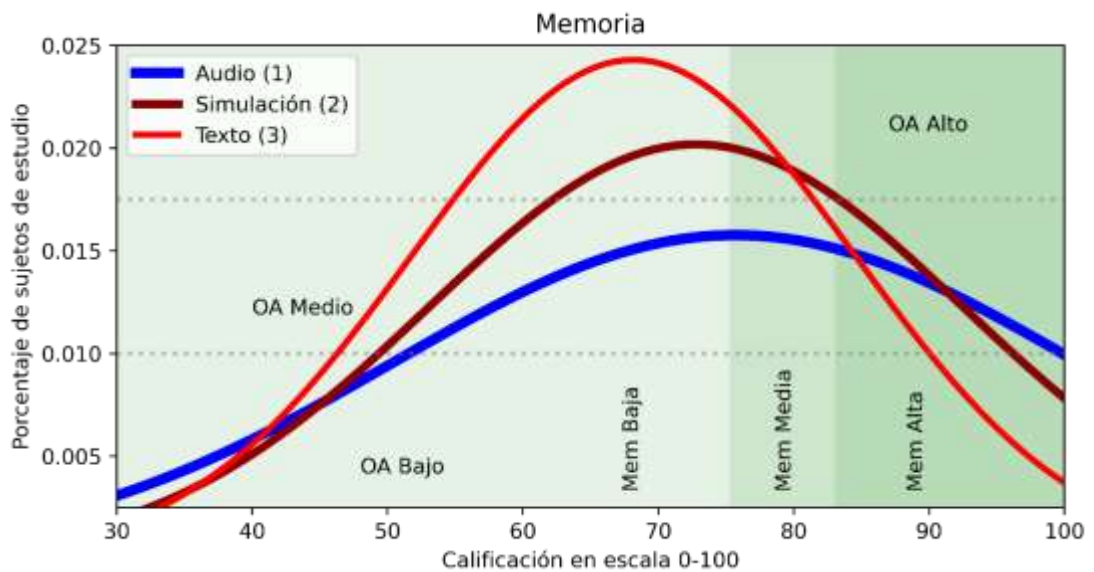
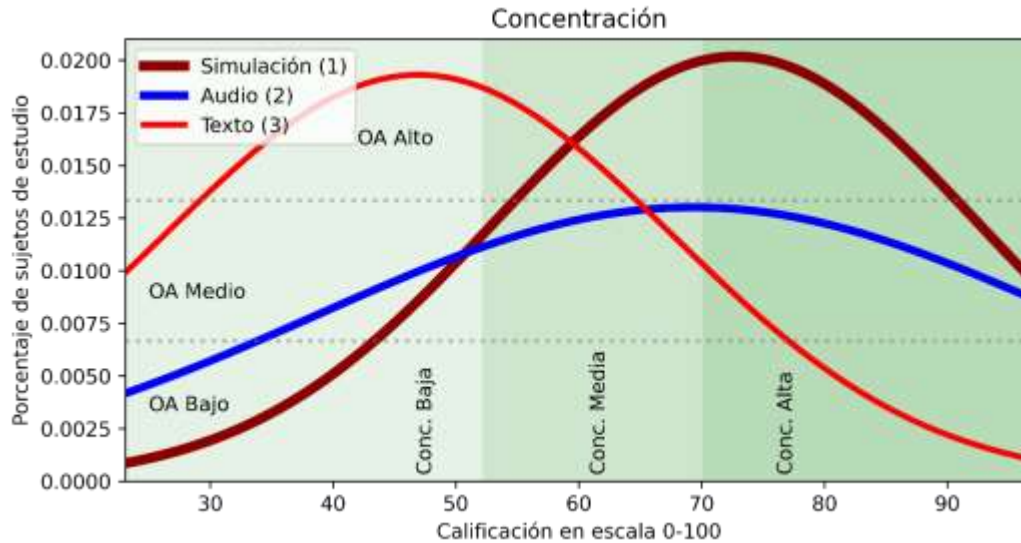


Tabla 7.14 Valores de media y desviación estándar de cada OA para la Concentración

Tipo de OA	Cuenta	Media	Desv. Std.
Texto	80	46.95	20.66
Audio	80	69.32	30.64
Video	80	42.68	34.28
Infografía	80	75.93	20.83
Simulación	80	72.79	19.76

Figura 7.6 Curvas normales para cada OA en el caso de la Concentración

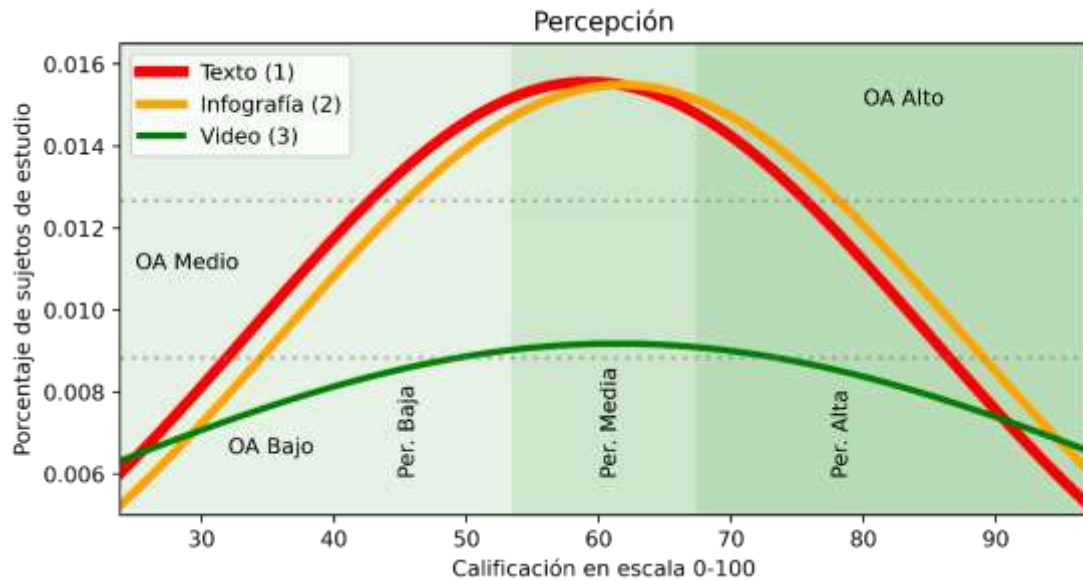


En lo que refiere a la Percepción, el resumen estadístico se muestra en la tabla 7.15 y las curvas normales en la figura 7.7. Para un nivel bajo de Percepción se requiere un nivel medio de Texto e Infografía, y bajo de Video. En el caso de un nivel medio de Percepción se requerirá un nivel alto de Texto e Infografía, y medio de Video. En tanto que para un individuo con un nivel alto de Percepción será necesario un nivel medio de Texto e Infografía, y bajo de Video.

Tabla 7.15 Valores de media y desviación estándar de cada OA para la Percepción

Tipo de OA	Cuenta	Media	Desv. Std.
Texto	80	59.19	25.63
Audio	80	44.83	28.78
Video	80	61.39	43.45
Infografía	80	61.79	25.75
Simulación	80	72.79	19.76

Figura 7.7 Curvas normales para cada OA en el caso de la Percepción

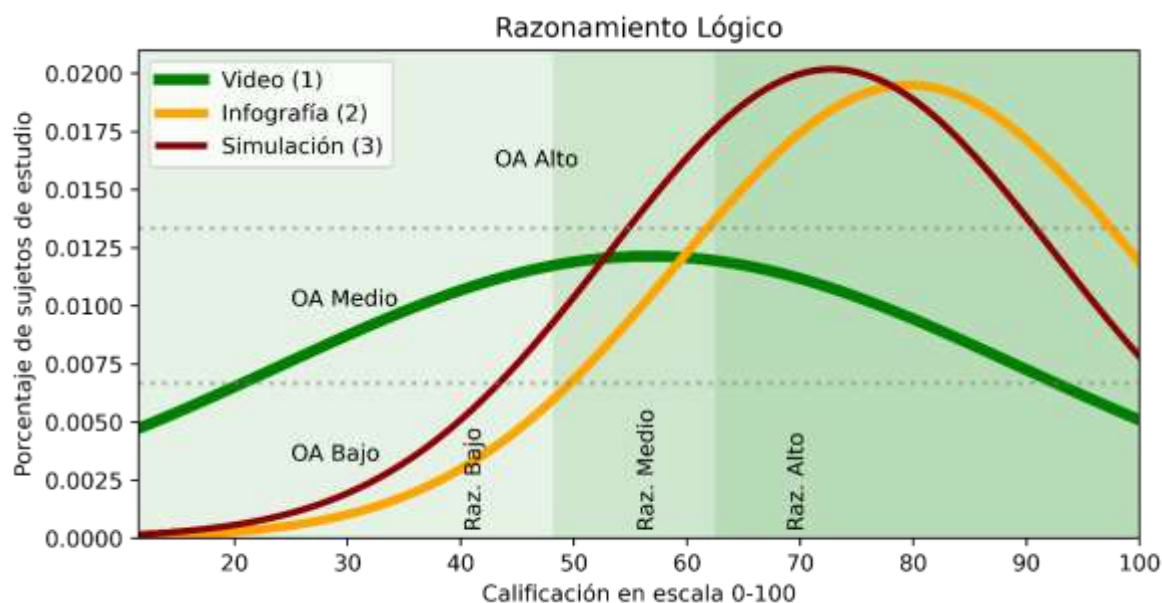


Finalmente, en lo que respecta al Razonamiento Lógico, el resumen estadístico se encuentra en la tabla 7.16 y las curvas normales en la figura 7.8. Para un nivel bajo de Razonamiento lógico es necesario entregar un nivel medio de video y bajo de Simulación e Infografía. Un individuo con un nivel medio de Razonamiento lógico necesitará niveles medios de Video e Infografía, y alto de Simulación. En lo que refiere a individuos con nivel alto de Razonamiento lógico, estos requerirán de niveles altos de Simulación e Infografía, así como Video medio.

Tabla 7.16 Valores de media y desviación estándar de cada OA para el Razonamiento Lógico

Tipo de OA	Cuenta	Media	Desv. Std.
Texto	80	37.50	30.87
Audio	80	28.75	28.31
Video	80	56.67	32.87
Infografía	80	79.64	20.45
Simulación	80	72.79	19.76

Figura 7.8 Curvas normales para cada OA en el caso del Razonamiento Lógico



7.1.3. Módulo de adaptabilidad

Con el apoyo de la librería skfuzzy de Python se desarrolló un Sistema de Inferencia Difuso (FIS) de clase Mamdani. El FIS permite conocer el nivel o grado de OA que se debe entregar a un sujeto de estudio dependiendo de sus niveles de habilidades cognitivas. Esto lo logra a través de las reglas de inferencia difusas, las cuales se enlistan en la tabla 7.17. Estas reglas se originan a partir del análisis gráfico sobre las curvas normales presentado en la sección anterior.

Tabla 7.17. Reglas para la asignación de objetos de aprendizaje

Si el usuario tiene:	Los objetos de aprendizaje y su nivel a entregar son:		
Memoria baja	Audio bajo	Simulación media	Texto alto
Memoria media	Audio medio	Simulación alta	Texto medio
Memoria alta	Audio medio	Simulación media	Texto bajo
Concentración baja	Simulación baja	Audio bajo	Texto alto
Concentración media	Simulación alta	Audio medio	Texto alto
Concentración alta	Simulación alta	Audio medio	Texto bajo
Percepción baja	Texto medio	Infografía medio	Video bajo
Percepción media	Texto alto	Infografía alta	Video medio
Percepción alta	Texto medio	Infografía media	Video bajo
Razonamiento bajo	Video medio	Infografía baja	Simulación baja
Razonamiento medio	Video medio	Infografía media	Simulación alta
Razonamiento alto	Video medio	Infografía alta	Simulación alta

Dado que el paquete *skfuzzy* solo permite un solo consecuente o salida por regla, fue necesario obtener las reglas derivadas en las cuales se contemple una sola salida a partir de las reglas establecidas en la tabla 7.17. En estas reglas, los antecedentes son las habilidades cognitivas y el consecuente es el nivel o grado de objeto de aprendizaje. Las reglas derivadas se enlistan en la tabla 7.18.

Tabla 7.18. Reglas derivadas para la asignación de objetos de aprendizaje

No.	Antecedente	Consecuente
1	Memoria alta o Concentración alta	Texto bajo
2	Memoria media o Percepción baja o Percepción alta	Texto medio
3	Memoria baja o Concentración baja o Concentración media o Percepción media	Texto alto
4	Memoria baja o Concentración baja	Audio bajo
5	Memoria alta o Memoria media o Concentración media o Concentración alta	Audio medio
6	Percepción media o Razonamiento bajo o Razonamiento medio o Razonamiento alto	Video medio
7	Percepción baja o Percepción alta	Video bajo
8	Razonamiento bajo	Infografía baja
9	Percepción baja o Percepción alta o Razonamiento medio	Infografía media
10	Percepción media o Razonamiento alto	Infografía alta
11	Concentración baja o Razonamiento bajo	Simulación baja
12	Memoria baja o Memoria media	Simulación media
13	Concentración media o Concentración alta o Razonamiento alto o Razonamiento medio	Simulación alta

Debido a que se establecieron tres niveles o términos lingüísticos diferentes tanto para los antecedentes (bajo, medio y alto para las Habilidades Cognitivas) como para el consecuente (bajo, medio y alto para el Objeto de Aprendizaje), al momento de establecer las funciones de membresía para cada variable, el universo de discurso se divide en tres. Esto se puede observar en las gráficas de las funciones de membresía las cuales se muestran en las figuras 7.9 y 7.11. En la figura 7.10 se puede observar la ubicación de los sujetos de estudio en las funciones de membresía (cada punto representa a un individuo).

Figura 7.9 Funciones de membresía para cada HC

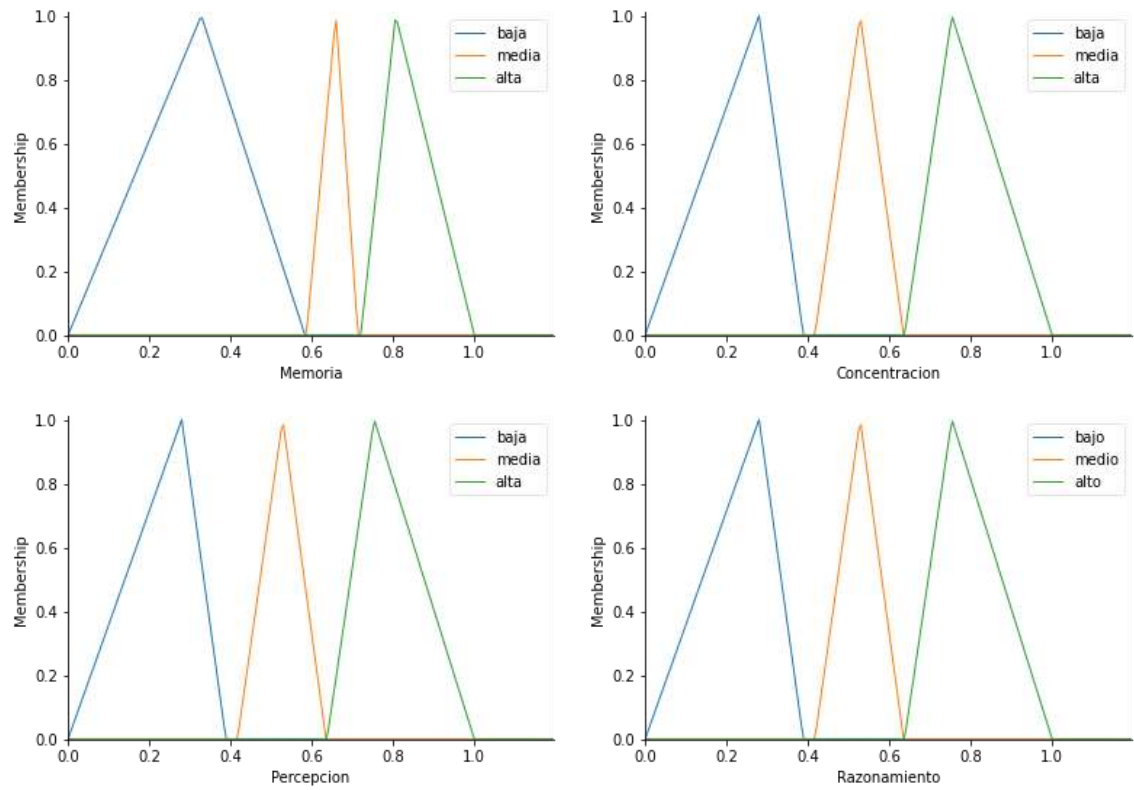


Figura 7.10 Disposición (ubicación) de los sujetos de estudio en las funciones de membresía HC

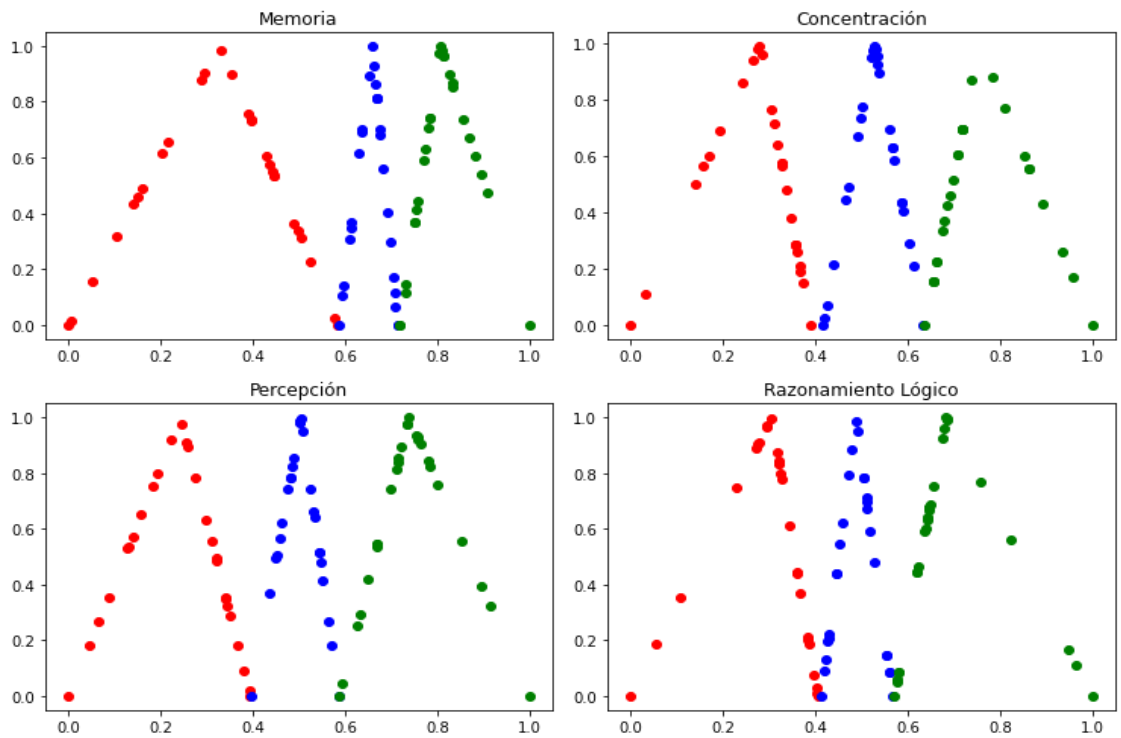
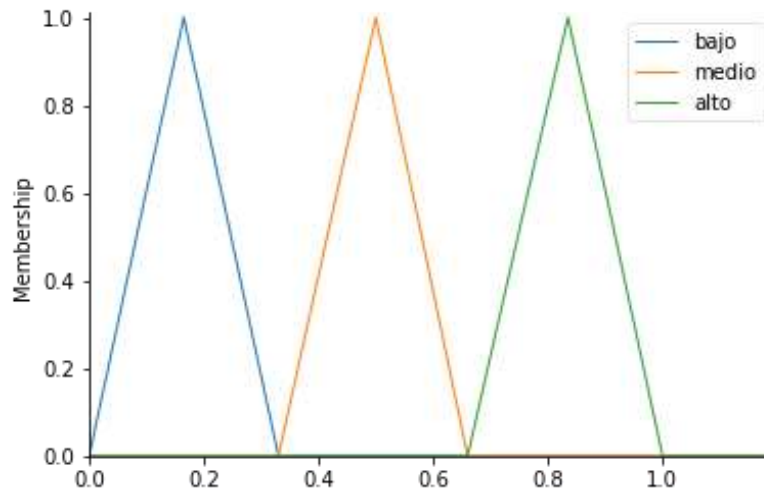


Figura 7.11 Función de membresía para los Objetos de Aprendizaje (consecuente)



Nota: El gráfico mostrado es el mismo para las funciones de membresía de los 5 objetos de estudio (Texto, Audio, Video, Infografía y Simulación).

Se puede verificar el funcionamiento del FIS dando los valores de las habilidades cognitivas de un sujeto de estudio en particular. Por ejemplo, para sujeto de estudio con ID=31, el cual tiene las siguientes características:

HC	Memoria	Concentración	Percepción	Razonamiento Lógico
Calificación	0.804043	0.686824	0.626235	0.403880
Nivel	Alto	Alto	Alto	Bajo

El FIS genera los siguientes resultados:

Texto = 0.2557063699247942 (Nivel bajo)
 Audio = 0.4966645380757308 (Nivel medio)
 Video = 0.49519662290184674 (Nivel medio)
 Infografía = 0.8301966229018468 (Nivel alto)
 Simulación = 0.8309693442710216 (Nivel alto)

En la figura 7.12 se pueden observar las gráficas que genera el paquete *skfuzzy*, en las cuales se indica el nivel de entrega – bajo, medio o alto – para cada tipo de Objeto de Aprendizaje. Para el sujeto de estudio que se tomó como ejemplo se requiere un nivel alto de Audio, un nivel medio de Texto, Video e Infografía, y un nivel bajo de Simulación. Como resultado de aplicar el proceso FIS a todos los sujetos de estudio, se genera una tabla que se agrega a la base de datos SQLite denominada PorcentajesOA. Esta información se muestra de forma parcial en la tabla 7.19.

Figura 7.12 Niveles de entrega de los OA para el sujeto de estudio con ID=31

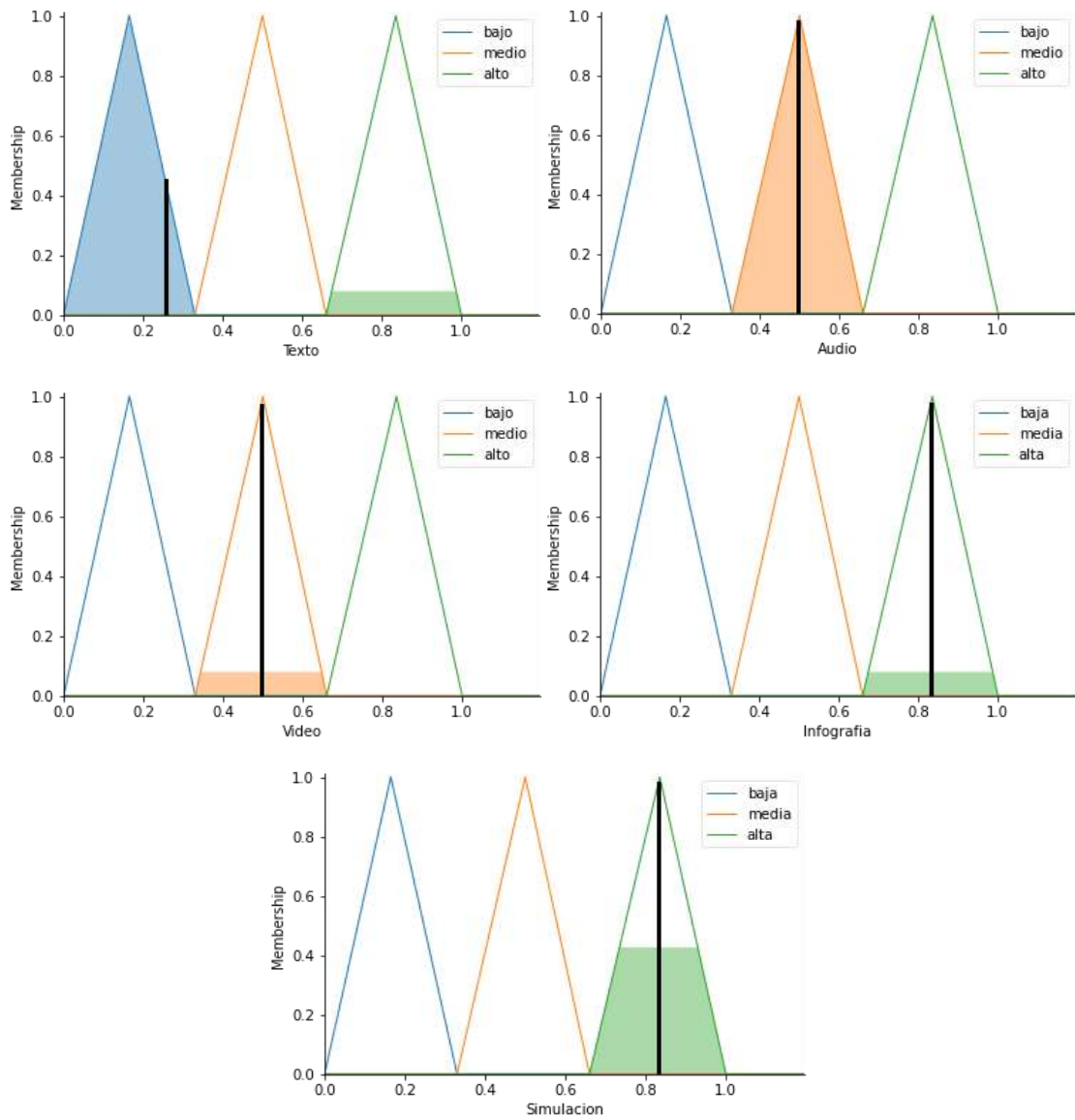


Tabla 7.19 Nivel de entrega de los OA a los sujetos de estudio

	id	Texto	Audio	Video	Infografía	Simulación
0	7	0.366072	0.422842	0.165000	0.495667	0.165000
1	8	0.344927	0.496292	0.233647	0.567661	0.830344
2	9	0.595904	0.399808	0.280228	0.614922	0.500125
3	10	0.411317	0.496219	0.289898	0.496406	0.633385
4	30	0.312707	0.495851	0.263178	0.495667	0.830534
5	31	0.255707	0.496665	0.495197	0.830197	0.830969
...
75	110	0.820529	0.495512	0.496660	0.506408	0.358915
76	111	0.679792	0.317492	0.318670	0.342300	0.317492
77	113	0.299275	0.496488	0.181960	0.513574	0.830536
78	114	0.556756	0.496610	0.496665	0.625838	0.668245
79	115	0.669560	0.327873	0.496269	0.775781	0.327873

En resumen, en esta fase I, se aplicaron los test de Habilidades Cognitivas, los cuales al mismo tiempo evaluaron tanto el nivel de habilidad cognitiva (Memoria, Concentración, Percepción y Razonamiento Lógico) como el desempeño de los sujetos de estudio frente a los objetos de aprendizaje ofrecidos (Texto, Audio, Video, Infografía y Simulación). Los resultados obtenidos se analizaron bajo el enfoque ANOVA, el cual permitió obtener la información de los OA de mayor influencia para los individuos.

Esta información fue utilizada para diseñar el modelo de adaptación, el cual, en primera instancia, se abordó desde diferentes técnicas de Inteligencia Artificial tales como *Clustering*, Redes Neuronales, Análisis de Componentes Primarios (PCA) y Sistemas de Recomendación. Sin embargo, dada la naturaleza continua de los datos tanto de entrada como de salida, estas técnicas no resultaron convenientes, dada su complejidad, o bien, por requerir una cantidad considerable de recursos. La técnica más adecuada para lograr la adaptabilidad resultó ser el Sistema Difuso de Inferencia (FIS).

7.2. Fase II: Final

7.2.1. Integración de elementos: Proceso de ASPIRADO

El diseño instruccional que se apoye en el modelo propuesto en la presente investigación, deberá contemplar la realización de diferentes versiones de los cursos. En este caso se contemplan 5 tipos de Objetos de Aprendizaje: Texto, Audio, Video, Infografía y Simulación. Para el proceso de intervención que se llevó a cabo se diseñaron 4 versiones del curso denominado “Lenguaje Claro” el cual se integró de cinco módulos y tuvo como objetivo desarrollar sus competencias transversales de comunicación y redacción de documentos de carácter oficial de los servidores públicos.

Estas cuatro versiones fueron en Texto, Audio, Video e Infografía, tal y como se expuso en el capítulo anterior, ya que las simulaciones únicamente se utilizaron como parte de las actividades evaluativas al final de cada módulo del curso. Los cinco módulos que integraron el curso de Lenguaje Claro fueron: 1) Comunicación Gubernamental, 2) Pensar en el Lector, 3) ¿Cómo empezar?, 4) ¿Cómo escribir?, y 5) Repaso de gramática.

Cada que un servidor público ingresa al Sistema Huixquieduca se ejecuta un proceso de Agotamiento Secuencial, Priorizado, Intercalado y Recurrente para la Asignación Dinámica de Objetos de Aprendizaje (ASPIRADO). Este proceso se integra por los siguientes pasos, mismos que deben seguirse en el orden en que se muestran:

1. De la tabla PorcentajesOA, se toma el registro que corresponde al usuario del sistema Huixquieduca. Por ejemplo, el usuario con ID=31 tiene los siguientes valores:

id	Texto	Audio	Video	Infografía	Simulación
31	0.255707	0.496665	0.495197	0.830197	0.830969

2. Se ordena el registro de forma descendente dando prioridad al OA de mayor influencia, quedando de la siguiente forma:

Simulación	Infografía	Audio	Video	Texto
0.830969	0.830197	0.496665	0.495197	0.255707

3. Se cambian los valores numéricos reales por valores numéricos ordinales de acuerdo al nivel de las salidas del sistema difuso de inferencia, es decir, alto, medio, bajo:

- Bajo = 1 \leftrightarrow $0 < \text{valor} \leq 0.33$
- Medio = 2 \leftrightarrow $0.33 < \text{valor} \leq 0.66$
- Alto = 3 \leftrightarrow $0.66 < \text{valor} \leq 1$

De esta manera, el registro con valores ordinales queda de acuerdo a lo siguiente

Infografía	Audio	Video	Texto	Simulación
3	2	2	1	1
Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
OA_Tipo [1]	OA_Tipo [2]	OA_Tipo [3]	OA_Tipo [4]	OA_Tipo [5]

4. Sobre la tabla de SQLite en la que se almacenan las cuatro diferentes versiones del curso se aplica el algoritmo de ASPIRADO el cual tiene el siguiente pseudocódigo:

```

j=0, Umbral de reinicio = 4 # Son 4 tipos de OA en el curso
                             (texto, audio, video e infografía)

cadena_de_elementos_a_entregar = []

for i in range (0, Número de Objetos de Aprendizaje del
                Curso):
    Localiza el OA dentro del curso cuyo ID == i
    Si el Tipo de OA del Curso del elemento i == OA_Tipo [j]
        # Ver punto anterior

        Entonces: Agrega un elemento nuevo a:
                   cadena_de_elementos_a_entregar
    j=j+1
    Si j==5 entonces j=0

```

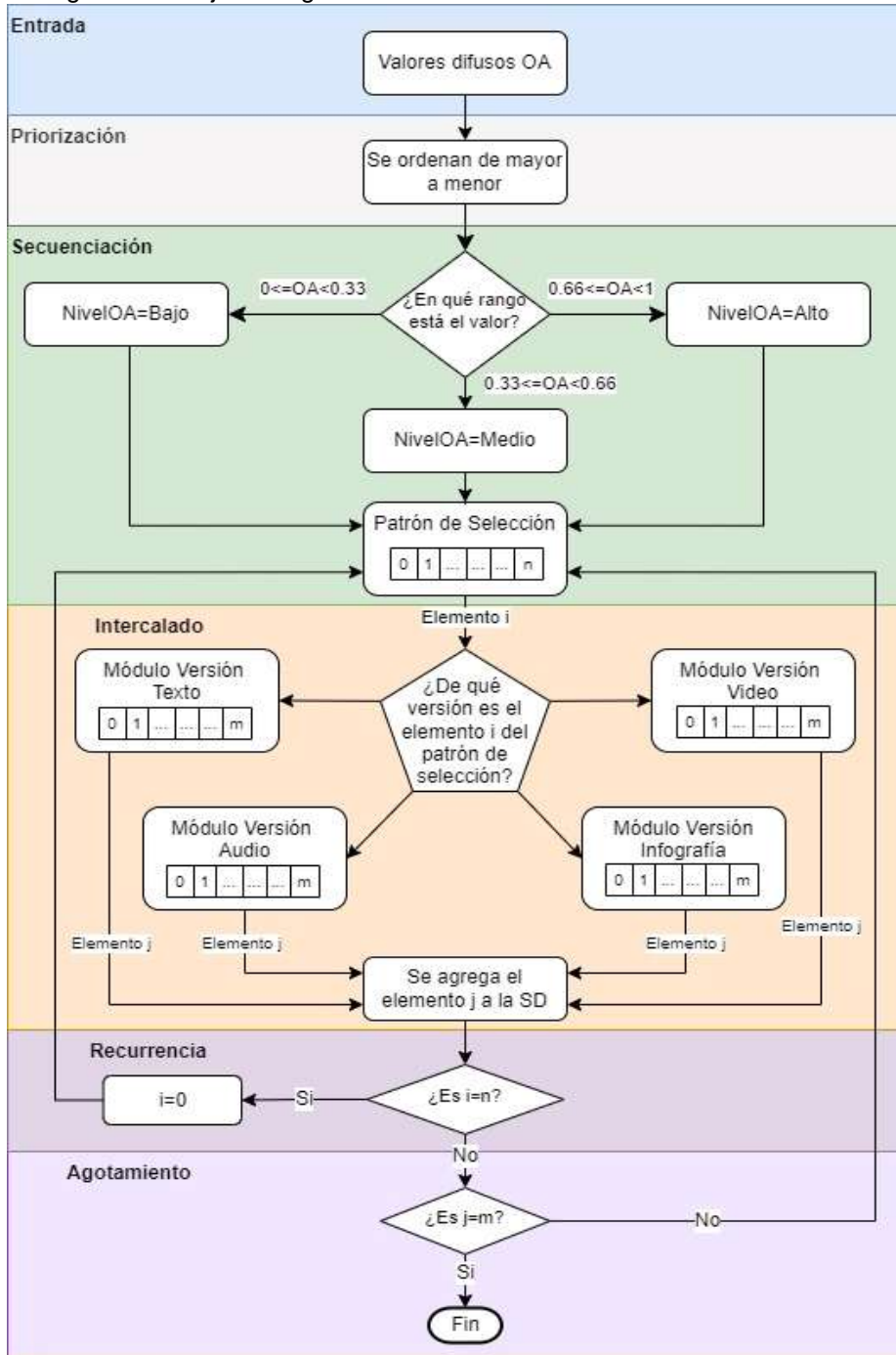
5. El arreglo *cadena_de_elementos_a_entregar* es un *dataset* que contiene los OA que se le entregan al estudiante ordenados de forma secuencial. Para el caso del sujeto de estudio con id=31 cursando el módulo 3 del curso, en la tabla 7.20 se muestra un extracto de esta información.

Tabla 7.20 Secuencia de elementos OA entregados al sujeto de estudio con id=31

ID	course_id	LO_type	module_id	LO_id	Title
395	1	Infografía	3	1	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
396	1	Infografía	3	2	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
397	1	Infografía	3	3	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
146	1	Audio	3	4	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
147	1	Audio	3	5	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
274	1	Video	3	6	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
275	1	Video	3	7	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
24	1	Texto	3	8	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
403	1	Infografía	3	9	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
404	1	Infografía	3	10	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?
405	1	Infografía	3	11	LENGUAJE CLARO: ¿CÓMO EMPIEZO?

Aplicado este mismo proceso a todos los módulos del curso, se obtiene la secuencia de entrega de objetos de aprendizaje a los sujetos de estudio, logrando así, la adaptabilidad del modelo. En la figura 7.13 se ilustra el diagrama de flujo del algoritmo ASPIRADO. De acuerdo a Quintanar (2023), el algoritmo se puede desglosar en seis partes: a) Entrada, conformada por los valores difusos de los resultados de los test de HC, b) Priorización, en la que se ordenan los valores difusos de mayor a menos, c) Secuenciación, en la que se estratifican los valores difusos en los niveles de entrega bajo, medio y alto para conformar el patrón de selección; d) Intercalado, en la que, de acuerdo al patrón de selección, se escogen los OA de cada versión disponible; e) Recurrencia, en la que se comparan los tamaños del patrón de selección y el módulo del curso para verificar si el algoritmo debe iterar sobre el patrón de selección, y f) Agotamiento se aplica el patrón de selección cuantas veces sea necesario hasta agotar los objetos de aprendizaje del módulo.

Figura 7.13. Diagrama de flujo del algoritmo ASPIRADO



Nota: OA es Objeto de Aprendizaje, SD es Secuencia Didáctica, diagrama obtenido de Quintanar (2023)

7.2.2. Desarrollo y aplicación de secuencias didácticas.

Se puede establecer que el tipo de objetos de aprendizaje necesarios para que un estudiante se desempeñe de forma adecuada, los cuales conforman secuencias didácticas, son la variable intermedia. El desempeño del estudiante depende entonces de la secuencia didáctica que este recibe. Para el proceso de intervención en esta fase final se aplicó a los sujetos de estudio el curso de “Lenguaje Claro” con el fin de verificar si se registraron cambios en los niveles de habilidad cognitiva, así como para medir la efectividad de forma inicial a través de una prueba diagnóstica y el nivel de efectividad resultante al finalizar el curso.

En el proceso de intervención es pertinente la entrega del curso de “Lenguaje Claro” dado que la administración pública municipal debe brindar a sus ciudadanos información clara, comprensible y objetiva que fomente la transparencia, la rendición de cuentas y la mejora de la gestión. Por lo cual, es importante que el servidor público utilice un Lenguaje claro y accesible que atienda la necesidad de información de los ciudadanos con el fin de fortalecer el entendimiento, la transparencia y la certeza jurídica.

El total de estudiantes que participaron en esta fase de intervención fue de 74. El curso de “Lenguaje Claro” se dividió en siete módulos diferentes, en los cuales se aborda la siguiente temática:

1. Comunicación Gubernamental. En este módulo se define el lenguaje claro y se describen los diferentes ámbitos de su aplicación.
2. Pensar en el lector. En este módulo se hace énfasis en la importancia de considerar las características del lector en los escritos.
(En los módulos 3, 4 y 5 se exponen el ciclo de escritura “Planear, Escribir y Revisar” y las diferentes técnicas y consideraciones al momento de redactar un escrito).
3. ¿Cómo empiezo? Parte 1.
4. ¿Cómo empiezo? Parte 2
5. ¿Cómo empiezo? Parte 3.

6. ¿Cómo redactar documentos? En este módulo se explica cómo escribir diferentes tipos de documentos.
7. Repaso de gramática. En el módulo final se revisan algunas de las reglas gramaticales más importantes.

7.2.3. Evaluación del desempeño del aprendiz.

Como se mencionó en el capítulo anterior, al final de cada módulo se aplicó un cuestionario con el fin de verificar el aprovechamiento del estudiante. Cada pregunta del cuestionario se clasificó con base en su tipo y nivel de habilidad cognitiva, para lo cual se utilizó la librería Stanza de Python enfocada al procesamiento de lenguaje natural.

Con Stanza se llevan a cabo dos fases: a) Tokenización y b) Lematización. La tokenización es dividir la oración de la pregunta en símbolos y palabras individuales o *tokens*, y la lematización es ubicar la palabra raíz o lema de la cual se originan las palabras y símbolos. En la tabla 7.21 se puede observar el ejemplo de tokenización y lematización para la pregunta “¿Para qué escriben los servidores públicos?”

Tabla 7.21 Ejemplos de tokens y sus lemas

Token	Lema
¿	¿
Para	para
qué	qué
escriben	escribir
los	el
servidores	servidor
públicos	público
?	?

Posteriormente se realiza un análisis de la construcción léxica, sintáctica y semántica de las oraciones que conforman las preguntas con el fin de realizar una generalización de las posibles frases que pueden contener. Estas frases o vectores se registran en un diccionario en el cual se les añade la etiqueta de tipo y nivel de habilidad cognitiva, para los casos de memoria y razonamiento lógico (tabla 7.22).

Tabla 7.22 Vectores de comparación para las HC Memoria y Razonamiento Lógico

Vectores			
Nivel de Memoria		Nivel de Razonamiento Lógico	
Medio	Alto	Medio	Alto
'paso ' 'secuencia ' 'orden ' 'no ser '	'cuando ' '¿ cuándo ' 'conocer como ' 'consistir ' 'ser uno ' 'ser el ' 'del siguiente ' 'ser utilizar ' 'él utilizar ' 'deber corresponder '	'cuál de el siguiente ' 'uno ejemplo '	'paso ' 'secuencia ' 'no ' 'calcular ' 'ordenar ' '¿ cómo ' '¿ qué característica tener ' 'si ' 'entonces ' 'falso '

Nota: Si el algoritmo no encuentra frases para un determinado tipo de habilidad cognitiva, se asigna un nivel bajo por defecto.

Para el caso de las habilidades cognitivas Memoria y Razonamiento Lógico, una vez conformado el diccionario y con el apoyo de un algoritmo de comparación, se verifican las frases que contiene cada pregunta con las frases vertidas en el diccionario a fin de etiquetar las preguntas con su tipo y nivel de habilidad cognitiva. Para el caso de la percepción, y teniendo en cuenta que las preguntas son de opción múltiple, se considera la semejanza que existe entre las respuestas; a mayor semejanza se requerirá un mayor nivel de percepción.

En lo que respecta a la concentración se toma en cuenta la longitud de las preguntas y el nivel de percepción. Una pregunta con respuestas muy similares y que además tienen una longitud considerable, serán preguntas con alto nivel de concentración. En otras palabras, la concentración depende en cierta forma de la percepción en el caso de preguntas de opción múltiple.

En la tabla 7.23 se observa un extracto de la tabla “preguntas” de la base de datos del Sistema de Aprendizaje Adaptativo Huixquieduca en la que se etiqueta el nivel de habilidad cognitiva de cada pregunta de los cuestionarios de evaluación. Un nivel bajo corresponde a un valor de “1”, un valor medio a un valor de “2” y un nivel alto a un valor de “3”. En el Anexo IV se incluye toda la batería de preguntas de los cuestionarios aplicados a los sujetos de estudio.

Tabla 7.23 Componentes cognitivos de las preguntas del cuestionario del módulo 1

No. Q	Pregunta	Respuesta A	Respuesta B	Respuesta C	Respuesta D	M	C	P	RL
3	¿Cuál de las siguientes es la definición de lenguaje claro?	Es la expresión simple, clara y directa de la información que las ciudades y los servidores públicos necesitan conocer.	Es la expresión simple, clara y directa de la información que los ciudadanos y los servidores privados necesitan conocer.	Es la expresión simple, clara y directa de la información que las ciudades y los servidores privados necesitan conocer.	Es la expresión simple, clara y directa de la información que los ciudadanos y los servidores públicos necesitan conocer.	3	3	3	2
3	Nuestro estilo de escritura debe corresponder a los valores de	Transferencia y eficacia	Transparencia y efusividad	Transparencia y eficacia	Ninguna de las anteriores	3	2	2	1
3	¿Para qué escriben los servidores públicos?	Para comunicar, notificar, plasmar, solicitar, instituir, prevenir, sancionar, corregir, normar, entro otros	Para comunicar, notificar, plasmar, solicitar, instruir, prevenir, sancionar, corregir, normar, entro otros	Para comodidad, notificar, plasmar, solicitar, instruir, prevenir, sancionar, corregir, normar, entro otros.	Para comunicar, notificar, plasmar, solicitar, instruir, prevenir, sancionar, correr, normar, entro otros.	1	3	3	1
3	¿A qué elemento NO le aplico lenguaje claro?	Oficios	Atentas Notas	Fotografías	Correos Electrónicos	1	1	1	3
3	Un lenguaje claro:	Aumenta la discrecionalidad, reduce la transparencia y la rendición de cuentas	Reduce la discrecionalidad, fomenta la transparencia y la rendición de cuentas	Reduce la discrecionalidad y la transparencia, fomenta la rendición de cuentas	Fomenta la discrecionalidad, reduce la transparencia y la rendición de cuentas	1	3	3	3

Una vez aplicados los cuestionarios por módulo a los sujetos de estudio, se obtienen las calificaciones de forma integral (Q) y las calificaciones por cada habilidad cognitiva (M, C, P, R). Como puede notarse en las tablas 7.24 y 7.25 en algunos casos se observa un progreso nivel mostrado de los estudiantes en cuanto a habilidades cognitivas se refiere, en otros casos se observan algunas variaciones, manteniéndose dentro del mismo nivel y en el menor de los casos se observa un retroceso en los niveles.

Tabla 7.24 Calificaciones integradas por cada cuestionario aplicado a cada sujeto de estudio

SE	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	SE	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
1	8	10	8	8	5	10	9	38	10	10	9	4	10	10	10
2	10	8	7	8	5	0	9	39	6	8	10	8	8	10	9
3	10	8	6	4	5	10	10	40	6	2	4	2	8	0	4
4	10	8	10	8	5	10	10	41	8	10	6	6	3	10	7
5	10	10	5	2	8	10	10	42	8	10	7	4	5	10	7
6	2	6	2	2	10	0	8	43	8	10	6	2	3	0	6
7	8	8	5	4	5	5	6	44	10	10	8	8	10	10	9
8	10	10	5	4	10	10	10	45	8	8	9	8	8	10	10
9	8	10	8	10	8	10	8	46	4	8	7	8	8	10	9
10	8	8	9	8	3	10	9	47	10	6	5	6	3	10	9
11	10	8	10	6	10	10	10	48	8	10	10	8	10	10	9
12	10	10	10	8	5	10	10	49	10	10	10	8	8	10	10
13	8	10	7	10	5	10	8	50	10	8	8	10	8	10	10
14	10	8	8	8	8	10	10	51	10	8	8	10	8	10	8
15	10	10	9	6	5	5	8	52	8	10	7	10	10	10	10
16	6	6	7	8	10	10	10	53	8	8	9	6	8	10	7
17	8	10	7	4	8	0	8	54	10	8	10	4	5	5	5
18	8	10	9	10	10	10	10	55	10	10	9	8	5	10	9
19	10	10	10	10	10	10	10	56	8	10	9	8	10	10	9
20	6	8	10	6	8	5	7	57	10	10	9	6	8	10	9
21	8	8	6	6	5	10	9	58	8	10	9	4	5	10	7
22	10	6	4	6	5	0	4	59	10	10	10	10	10	10	10
23	6	8	5	8	3	10	8	60	6	8	5	2	8	5	7
24	8	8	8	6	8	10	10	61	8	8	10	0	5	10	3
25	10	2	5	4	5	10	3	62	10	10	7	2	5	10	7
26	4	8	7	8	8	10	9	63	8	8	9	4	0	5	7
27	10	10	8	8	8	10	10	64	8	10	8	4	5	10	10
28	6	8	8	4	5	5	10	65	4	6	0	4	3	5	4
29	8	6	5	4	3	5	6	66	10	10	6	6	5	10	5
30	6	10	6	4	5	10	9	67	10	8	8	8	9	10	10
31	10	10	7	10	8	10	10	68	6	10	10	10	5	10	9
32	4	6	5	10	5	0	3	69	8	8	8	8	5	10	8
33	8	10	9	8	3	10	9	70	6	10	6	10	5	5	9
34	8	10	10	10	8	10	9	71	10	8	5	8	10	10	9
35	4	10	8	6	8	10	9	72	10	10	7	6	5	10	7
36	10	8	10	4	8	10	10	73	4	8	6	8	5	10	7
37	10	8	9	10	10	10	10	74	6	8	7	6	5	10	8

Nota: SE= Sujeto de estudio; Qi es el cuestionario correspondiente al módulo i. El promedio de cada módulo para la totalidad de sujetos de estudio es: Q1=8.14, Q2=8.59, Q3=7.58, Q4=6.62, Q5=6.52, Q6=8.38 y Q7=8.26

Tabla 7.25a. Calificaciones en cada HC por cada cuestionario aplicado a cada sujeto de estudio

SE	Módulo 1				Módulo 2				Módulo 3				Módulo 4				Módulo 5				Módulo 6				Módulo 7						
	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P
1	7	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8	8	8	7	8	5	4	4	4	10	10	10	10	9	9	9	10			
2	10	10	10	10	9	8	8	9	7	7	8	7	8	8	9	8	3	6	7	4	0	0	0	0	9	8	9	9			
3	10	10	10	10	9	8	8	8	6	5	6	6	3	5	4	3	3	6	7	4	10	10	10	10	10	10	10	10			
4	10	10	10	10	9	8	8	9	10	10	10	10	8	8	7	8	5	4	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10			
5	10	10	10	10	10	10	10	10	6	5	6	6	1	2	3	1	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
6	1	1	1	3	7	5	5	6	2	2	2	2	2	3	1	2	5	11	14	8	0	0	0	0	9	8	8	7			
7	9	8	8	9	9	8	8	8	5	4	5	5	3	3	4	3	3	6	7	4	5	5	5	5	6	5	6	5			
8	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	6	6	3	5	4	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
9	9	8	8	9	10	10	10	10	8	8	8	8	10	10	10	10	9	6	6	7	10	10	10	10	9	8	8	8			
10	9	8	8	9	9	8	8	9	9	9	9	9	8	8	9	8	1	1	3	1	10	10	10	10	9	8	9	9			
11	10	10	10	10	9	7	8	8	10	10	10	10	5	7	6	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8	7	9	5	4	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10			
13	9	8	8	9	10	10	10	10	7	7	8	7	10	10	10	10	5	4	4	4	10	10	10	10	7	8	8	8			
14	10	10	10	10	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
15	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8	9	9	5	7	7	5	3	6	7	4	5	5	5	5	9	8	8	8			
16	6	6	6	8	7	5	6	5	8	7	7	7	8	7	9	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
17	9	8	8	9	10	10	10	10	7	7	8	7	3	3	6	3	6	9	9	7	0	0	0	0	9	8	9	7			
18	9	8	8	9	10	10	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
19	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
20	6	5	5	7	9	8	8	9	10	10	10	10	5	7	6	5	9	9	7	9	5	5	5	5	8	6	8	6			
21	9	8	8	7	9	8	8	9	6	6	6	7	5	7	6	5	3	6	7	4	10	10	10	10	9	9	9	10			
22	10	10	10	10	7	6	6	6	4	3	4	4	5	5	6	5	3	6	7	4	0	0	0	0	4	3	4	5			
23	6	6	6	6	9	8	8	9	4	5	5	4	8	7	9	8	1	1	3	1	10	10	10	10	9	8	9	7			
24	7	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	7	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
25	10	10	10	10	1	2	3	1	5	5	6	6	3	5	4	3	5	4	4	4	10	10	10	10	5	2	3	3			
26	4	3	3	4	9	8	8	9	7	7	7	7	9	8	7	9	9	6	6	7	10	10	10	10	9	8	9	9			
27	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	9	9	8	7	9	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
28	8	5	5	6	9	8	8	8	8	8	9	8	3	5	4	3	3	6	7	4	5	5	5	5	10	10	10	10			
29	9	8	8	9	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	3	5	1	1	3	1	5	5	5	5	7	5	6	6			
30	6	6	6	8	10	10	10	10	6	5	6	6	3	5	4	3	3	6	7	4	10	10	10	10	9	9	9	9			
31	10	10	10	10	10	10	10	10	7	8	8	7	10	10	10	10	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
32	2	3	3	6	7	6	6	7	4	4	5	5	10	10	10	10	3	6	7	4	0	0	0	0	5	2	3	3			
33	7	8	8	9	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	9	8	4	3	1	3	10	10	10	10	9	8	9	9			
34	7	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	6	6	7	10	10	10	10	9	8	9	9			
35	4	5	5	3	10	10	10	10	9	7	8	8	5	7	6	5	6	9	9	7	10	10	10	10	9	8	9	9			
36	10	10	10	10	9	8	8	9	10	10	10	10	5	5	4	5	9	6	6	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
37	10	10	10	10	9	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
38	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	3	5	4	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
39	8	5	5	6	9	8	8	9	10	10	10	10	8	8	7	8	9	6	6	7	10	10	10	10	9	9	9	9			
40	8	7	7	6	4	1	1	3	4	3	3	3	1	2	3	1	6	7	9	7	0	0	0	0	4	3	4	5			
41	9	8	8	9	10	10	10	10	6	6	7	7	5	7	6	5	1	1	3	1	10	10	10	10	8	6	7	6			
42	9	9	9	7	10	10	10	10	7	8	9	8	3	3	4	3	3	6	7	4	10	10	10	10	8	6	7	6			
43	9	8	8	7	10	10	10	10	6	7	7	7	2	2	1	2	1	1	3	1	0	0	0	0	6	5	5	7			
44	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	8	9	8	7	9	10	10	10	10	10	10	10	9	8	9	9				
45	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	9	9	9	8	7	9	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
46	4	3	3	5	9	8	8	8	7	7	7	7	8	7	9	8	6	9	9	7	10	10	10	10	9	8	9	9			
47	10	10	10	10	7	6	6	7	4	5	5	5	5	7	7	5	1	1	3	1	10	10	10	10	9	9	9	9			
48	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8	7	9	10	10	10	10	10	10	10	9	8	9	9				
49	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	9	8	6	9	9	7	10	10	10	10	10	10	10	10			
50	10	10	10	10	9	8	8	9	8	7	8	8	10	10	10	10	9	6	6	7	10	10	10	10	10	10	10	10			

Nota: SE= Sujeto de estudio; M=Memoria; C=Concentración, P=Percepción; R=Razonamiento Lógico

Tabla 7.25b. Calificaciones en cada HC por cada cuestionario aplicado a cada sujeto de estudio

SE	Módulo 1				Módulo 2				Módulo 3				Módulo 4				Módulo 5				Módulo 6				Módulo 7						
	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P	R	M	C	P
51	10	10	10	10	9	8	8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	9	9	7	9	10	10	10	10	7	8	8	8			
52	9	8	8	9	10	10	10	10	7	7	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
53	9	8	8	9	9	8	8	8	9	9	9	9	5	7	6	5	6	9	9	7	10	10	10	10	8	7	8	7			
54	10	10	10	10	9	8	8	8	10	10	10	10	3	3	4	3	5	4	4	4	5	5	5	5	6	5	5	4			
55	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	9	8	8	9	8	5	4	4	4	10	10	10	10	9	8	9	9			
56	9	8	8	9	10	10	10	10	9	9	10	9	9	8	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8	9	9			
57	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	5	7	6	5	6	9	9	7	10	10	10	10	9	8	9	9			
58	9	8	8	9	10	10	10	10	9	9	9	9	3	3	6	3	5	4	4	4	10	10	10	10	8	6	8	6			
59	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
60	8	5	5	6	9	8	8	8	4	5	6	5	1	2	3	1	6	9	9	7	5	5	5	5	8	7	7	7			
61	9	8	8	7	9	8	8	9	10	10	10	10	0	0	0	0	5	4	4	4	10	10	10	10	5	3	3	3			
62	10	10	10	10	10	10	10	10	7	8	8	7	1	2	3	1	3	6	7	4	10	10	10	10	8	6	8	6			
63	9	8	8	9	9	8	8	8	9	8	9	9	3	5	4	3	0	0	0	0	5	5	5	5	8	7	8	6			
64	9	8	8	7	10	10	10	10	8	8	9	8	3	3	4	3	3	6	7	4	10	10	10	10	10	10	10	10			
65	4	5	5	5	7	5	5	6	0	0	0	0	3	5	4	3	4	3	1	3	5	5	5	5	6	3	4	5			
66	10	10	10	10	10	10	10	10	7	5	6	6	5	7	6	5	3	6	7	4	10	10	10	10	6	4	5	6			
67	10	10	10	10	9	8	8	8	8	9	9	9	8	8	7	8	8	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10			
68	6	6	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	4	3	6	10	10	10	10	9	9	9	10			
69	9	8	8	9	9	8	8	9	9	7	8	8	8	8	7	8	5	4	4	4	10	10	10	10	7	8	8	7			
70	6	5	5	7	10	10	10	10	7	5	6	6	10	10	10	10	3	6	7	4	5	5	5	5	9	8	9	9			
71	10	10	10	10	9	8	8	8	5	6	6	5	8	7	9	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9			
72	10	10	10	10	10	10	10	10	7	7	8	7	5	7	7	5	5	4	4	4	10	10	10	10	8	5	7	7			
73	4	3	3	5	9	8	8	9	7	5	6	7	8	8	7	8	5	4	4	4	10	10	10	10	6	6	7	6			
74	3	6	6	7	9	8	8	9	7	7	7	7	6	7	7	6	3	6	7	4	10	10	10	10	9	7	8	9			

Nota: SE= Sujeto de estudio; M=Memoria; C=Concentración, P=Percepción; R=Razonamiento Lógico

De acuerdo a la información suministrada por los usuarios, se pueden organizar los datos obtenidos para los sujetos de estudio como producto de realizar la intervención en un *dataset* o tabla con las siguientes *features* o campos:

- Alumno. Sujeto de estudio al cual se le aplicaron las evaluaciones diagnósticas y fue participe del curso de Lenguaje Claro
- Área. Área del Ayuntamiento a la cual el sujeto de estudio se encuentra adscrito. En la aplicación del curso de Lenguaje Claro participaron sujetos de estudio de cinco de cinco diferentes áreas: Sistemas, Recursos Materiales, Proceso Administrativo Interno, Factor Humano y Servicios Generales.

- Edad. Edad del sujeto de estudio, con el fin de realizar análisis posteriores, se creó otra columna con los rangos de edad de 18 a 27, 28 a 37, 38 a 47, 48 a 57 y de 58 a 99.
- Educación. Nivel educativo con el que cuenta el sujeto de estudio. Se identificaron 4 distintos niveles: Secundaria, Medio Superior, Superior y Posgrado.
- Experiencia. Años que el sujeto de estudio tiene laborando en el Ayuntamiento. Las
- Categorías utilizadas para este campo fueron 3: De 1 a 3 años, de 4 a 6 años y más de 7 años.
- M. Nivel de la HC Memoria con la que se diagnosticó al sujeto de estudio de inicio
- C. Nivel de la HC Concentración con la que se diagnosticó al sujeto de estudio de inicio
- P. Nivel de la HC Percepción con la que se diagnosticó al sujeto de estudio de inicio
- R. Nivel de la HC Razonamiento Lógico con la que se diagnosticó al sujeto de estudio de inicio
- M1. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 1 del Curso de Lenguaje Claro.
- C1. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 1 del Curso de Lenguaje Claro.
- P1. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 1 del Curso de Lenguaje Claro.
- R1. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 1 del Curso de Lenguaje Claro.
- M2. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 2 del Curso de Lenguaje Claro.

- C2. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 2 del Curso de Lenguaje Claro.
- P2. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 2 del Curso de Lenguaje Claro.
- R2. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 2 del Curso de Lenguaje Claro.
- M3. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 3 del Curso de Lenguaje Claro.
- C3. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 3 del Curso de Lenguaje Claro.
- P3. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 3 del Curso de Lenguaje Claro.
- R3. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 3 del Curso de Lenguaje Claro.
- M4. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 4 del Curso de Lenguaje Claro.
- C4. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 4 del Curso de Lenguaje Claro.
- P4. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 4 del Curso de Lenguaje Claro.
- R4. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 4 del Curso de Lenguaje Claro.
- M5. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 5 del Curso de Lenguaje Claro.
- C5. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 5 del Curso de Lenguaje Claro.
- P5. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 5 del Curso de Lenguaje Claro.

- R5. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 5 del Curso de Lenguaje Claro.
- M6. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 6 del Curso de Lenguaje Claro.
- C6. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 6 del Curso de Lenguaje Claro.
- P6. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 6 del Curso de Lenguaje Claro.
- R6. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 6 del Curso de Lenguaje Claro.
- M7. Nivel de la HC Memoria obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 7 del Curso de Lenguaje Claro.
- C7. Nivel de la HC Concentración obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 7 del Curso de Lenguaje Claro.
- P7. Nivel de la HC Percepción obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 7 del Curso de Lenguaje Claro.
- R7. Nivel de la HC Razonamiento Lógico obtenido por el sujeto de estudio al finalizar el módulo 7 del Curso de Lenguaje Claro.

Un primer análisis que se puede realizar con la información contenida en el *dataset* es verificar el porcentaje de los sujetos de estudio por cada una de las áreas del Ayuntamiento que participaron en la intervención (figura 7.14), así como el porcentaje de individuos de acuerdo a su nivel educativo (figura 7.15) y sus años de experiencia en el Ayuntamiento (figura 7.16). Una observación que puede resultar obvia, se puede verificar en gráfica de las figuras 7.17, la cual muestra la correlación positiva que existe entre la edad y la experiencia. En la figura 7.18 se observa la distribución de los sujetos de estudio de acuerdo a su edad separados por nivel educativo.

Figura 7.14. Distribución de los sujetos de estudio por área del Ayuntamiento

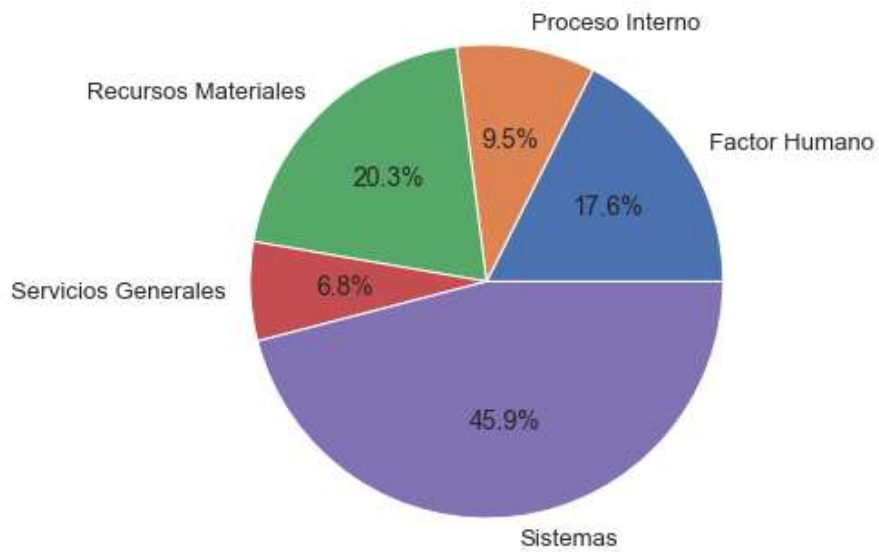


Figura 7.15. Distribución de los sujetos de estudio por nivel de estudios

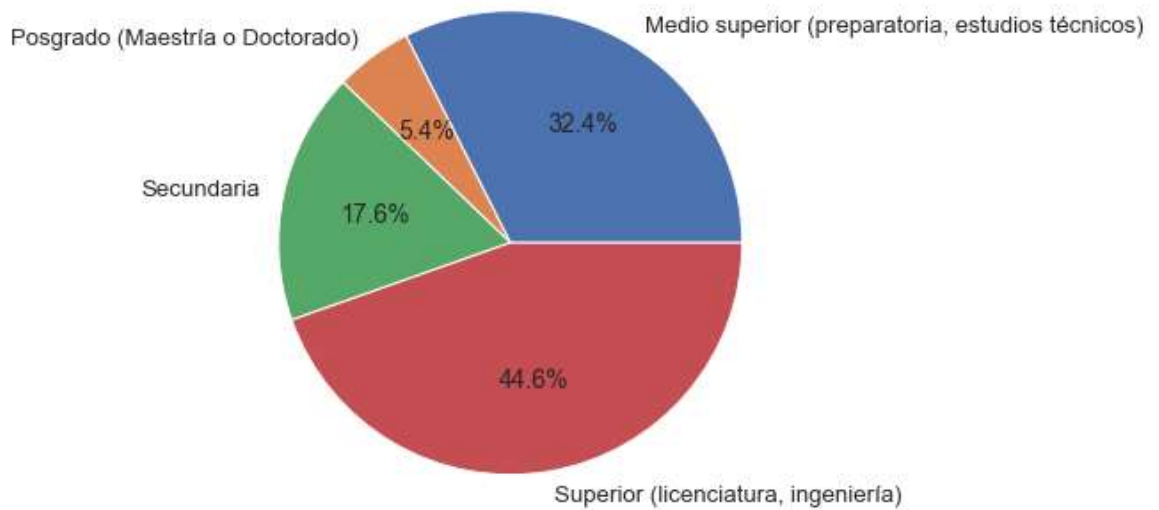


Figura 7.16. Distribución de los sujetos de estudio por años de experiencia laboral

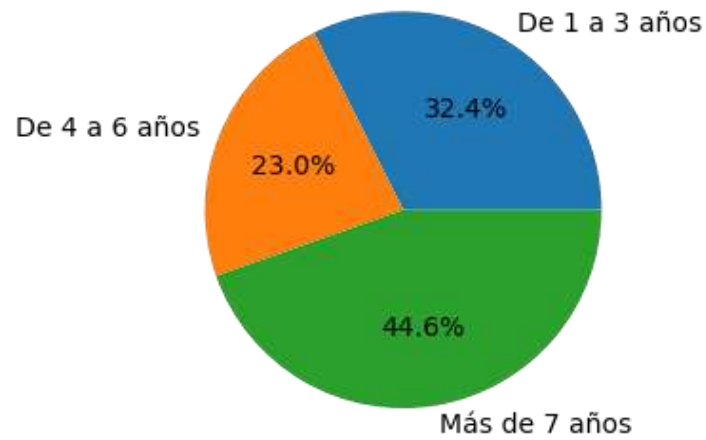


Figura 7.17 Distribución de los sujetos de estudio con base en su edad y experiencia.

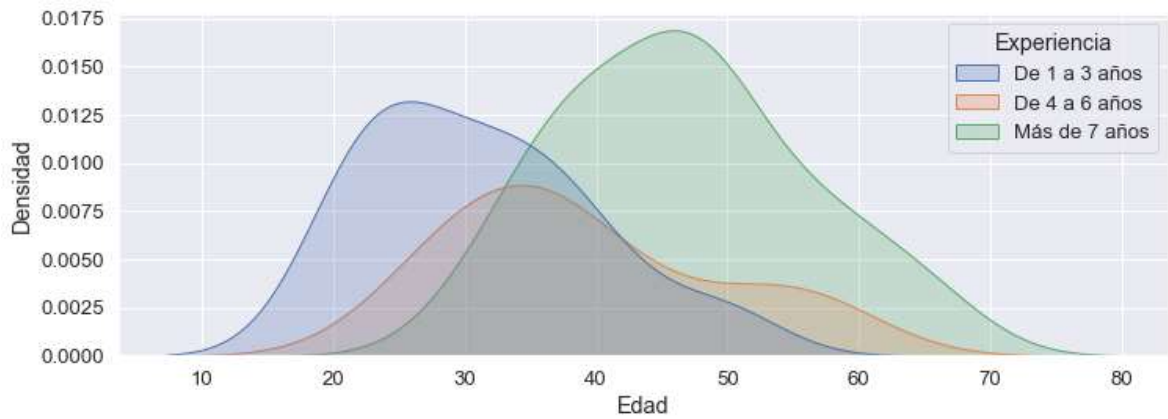
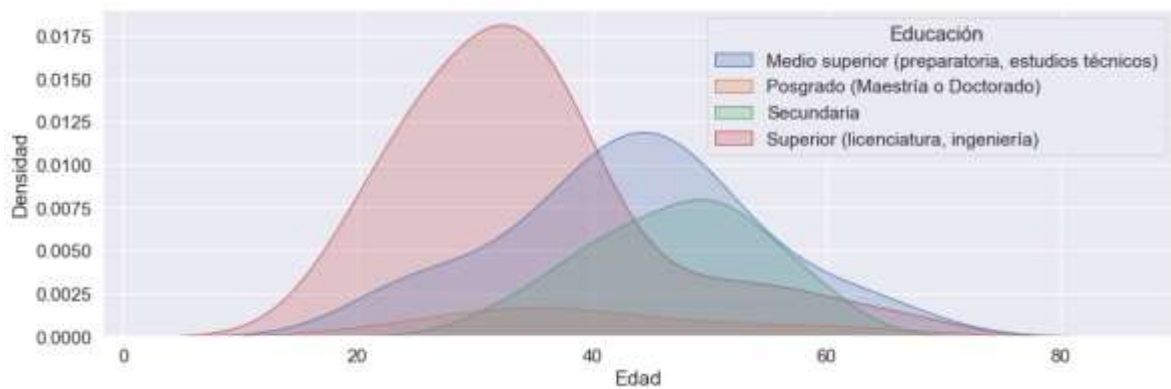


Figura 7.18 Distribución de los sujetos de estudio con base en su edad y el nivel educativo



De acuerdo al tipo de personal, la mayor parte de los servidores públicos que participaron en la intervención fue “De Confianza”, superando en número al personal “Sindicalizado”. Como se puede observar en la gráfica de la figura 7.19, más del 70% de los sujetos de estudio son personal de confianza. Los empleados de confianza participantes tienen en promedio mayor nivel educativo que los participantes sindicalizados (figura 7.20); el personal sindicalizado tiene más años de servicio que el personal de confianza (figura 7.21). Por otra parte, se observa que el personal sindicalizado tiene una edad promedio mayor que el personal de confianza, con un poco más de 12 años de diferencia (figura 7.22).

Figura 7.19. Distribución de los sujetos de estudio por tipo de personal

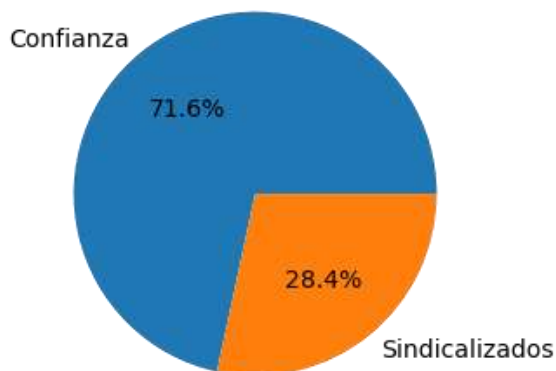


Figura 7.20 Tipos de empleados por nivel educativo

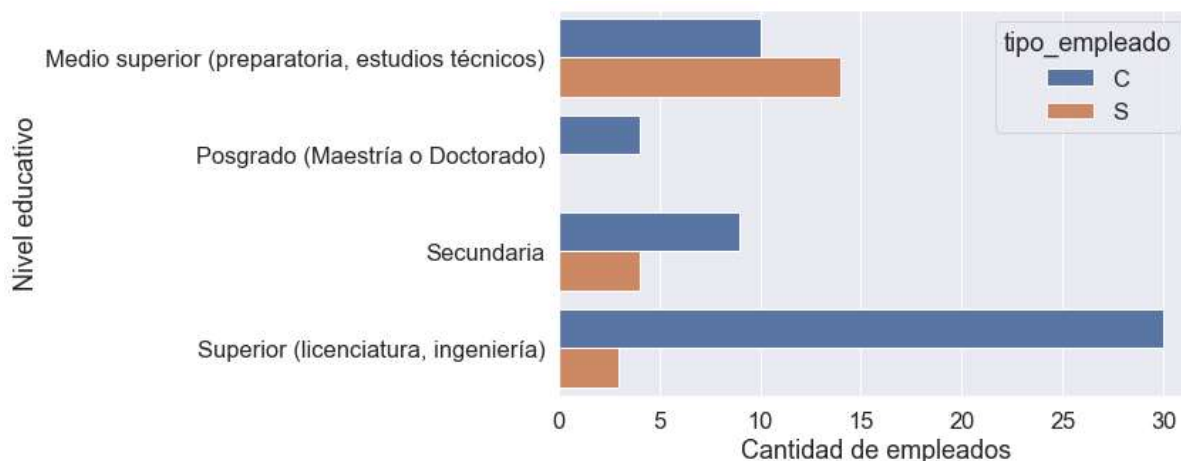


Figura 7.21, Distribución de los sujetos de estudio por años de experiencia y por nivel educativo

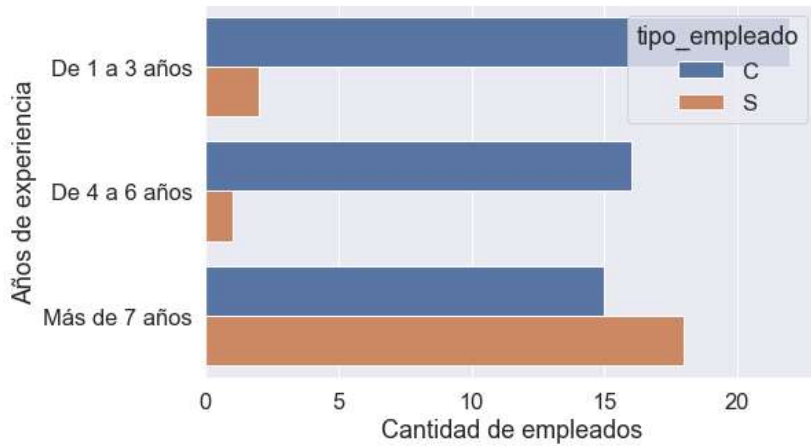
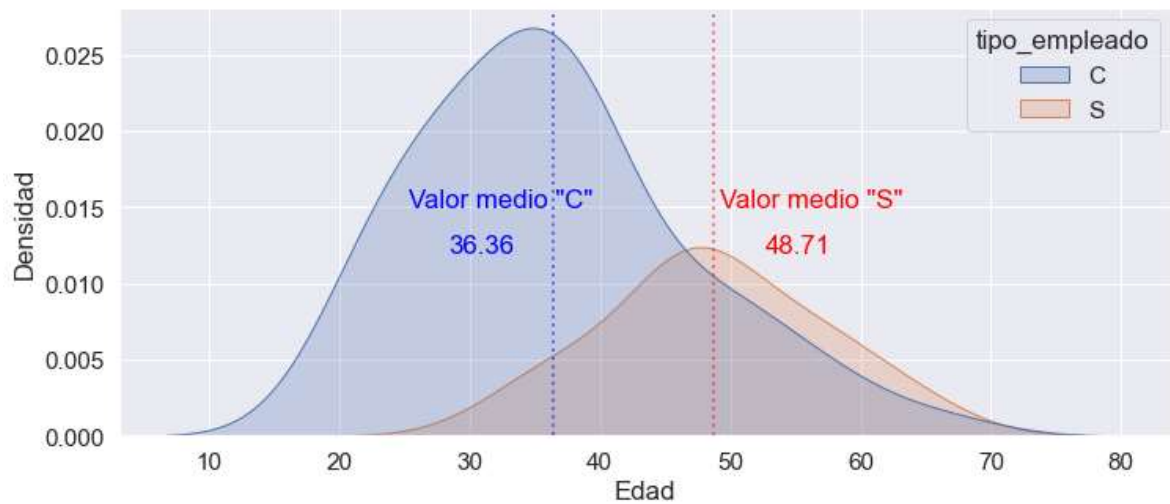


Figura 7.22 Distribución de los sujetos de estudio dada la edad y de acuerdo al tipo de empleado.



De igual forma, con la información contenida en el *dataset* es posible analizar el desempeño de los sujetos de estudio en relación a su edad, experiencia, nivel educativo, tipo de empleado y área del Ayuntamiento a la que se encuentran adscritos. Este análisis permite obtener una serie de grafica que resulta de la agrupación de la información por categorías.

La figura 7.23 muestran los resultados obtenidos por los sujetos de estudio para cada habilidad cognitiva de forma general. En las figuras 7.24 a 7.28 se muestran estos resultados con base al área al que se encuentran adscritos; las figuras 7.29 a 7.33 conforma al rango de edad; las figuras 7.34 a 7.37 muestran los resultados con base en el nivel de estudio; mientras que las figuras 7.38 a 7.40 los presentan conforme a los años de experiencia. Finalmente, las figuras 7.41 y 7.42 muestran el desempeño de los sujetos de estudio de acuerdo al tipo de personal al que pertenecen.

Figura 7.23 Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para el total de sujetos de estudio.

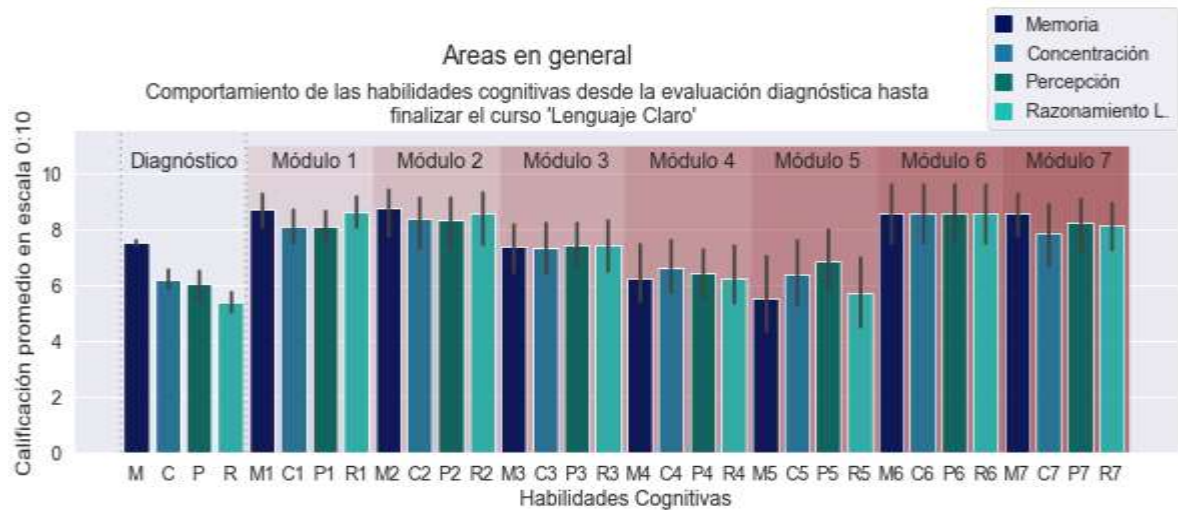


Figura 7.24. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Sistemas.

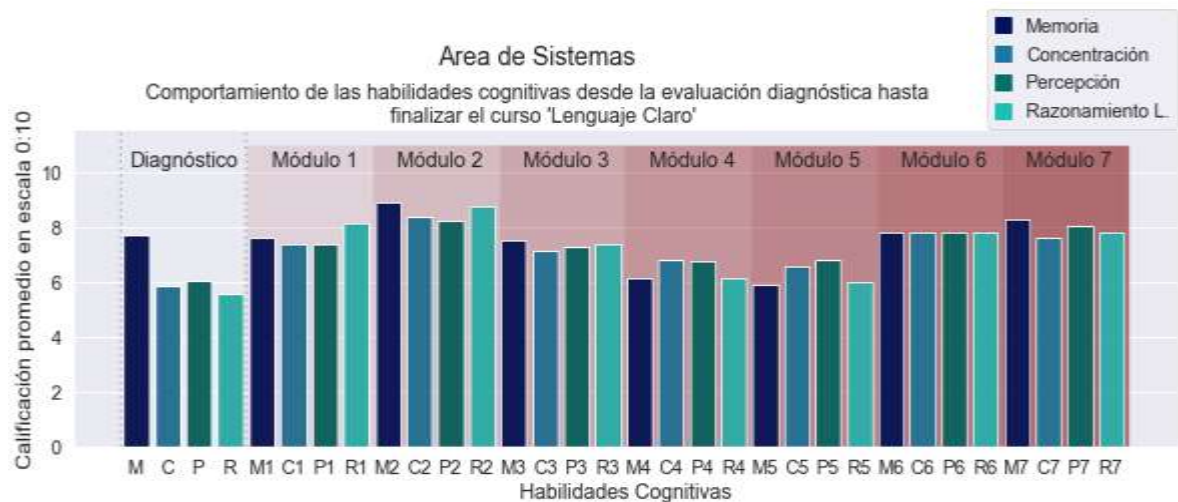


Figura 7.25. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Proceso Interno.

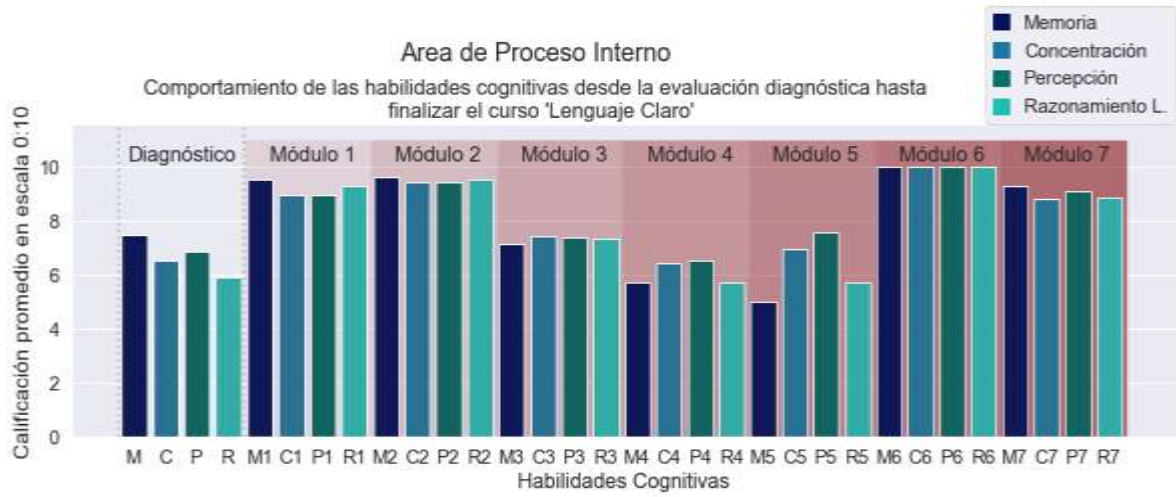


Figura 7.26. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Factor Humano.

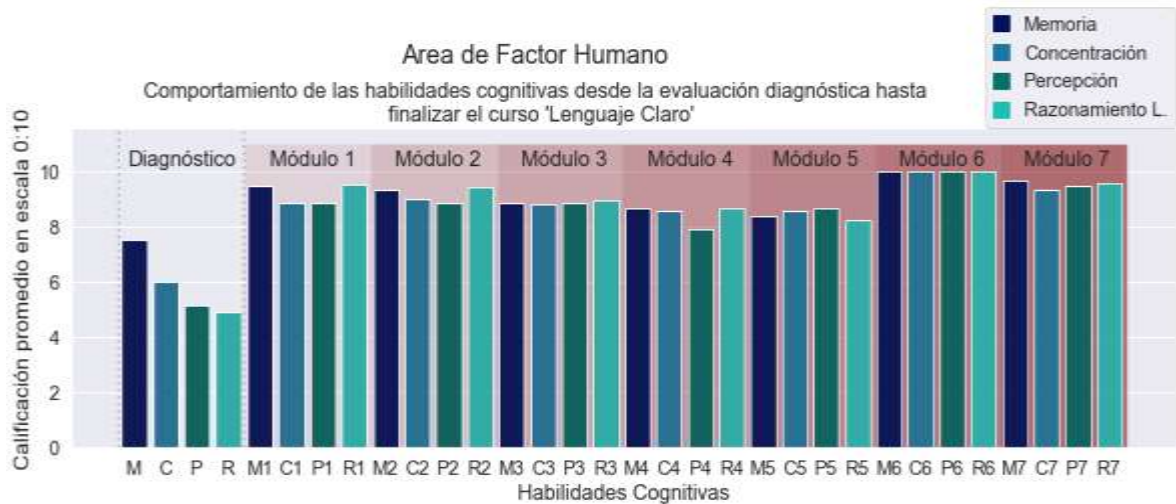


Figura 7.27. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Recursos Materiales.

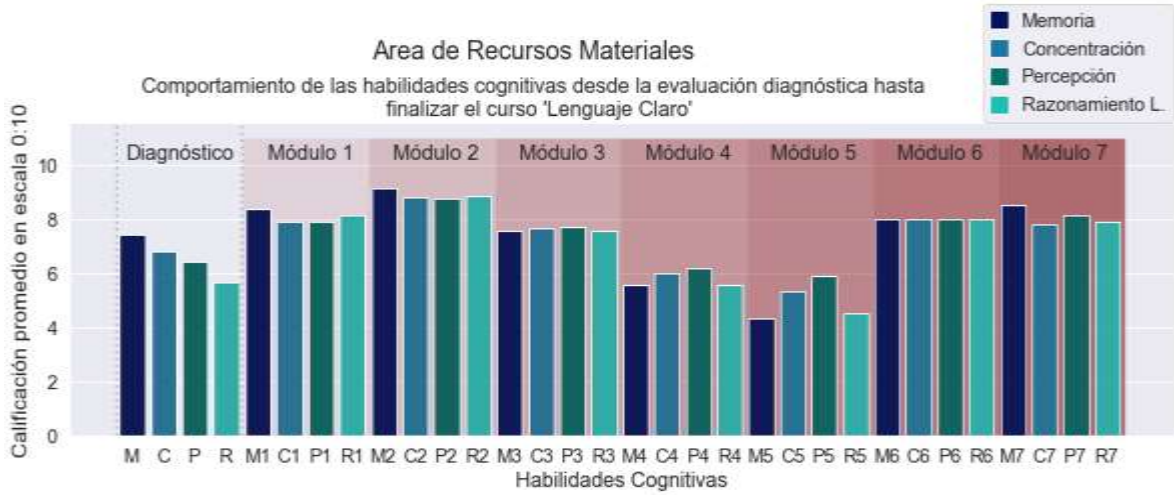


Figura 7.28. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio adscritos al Área de Servicios Generales.

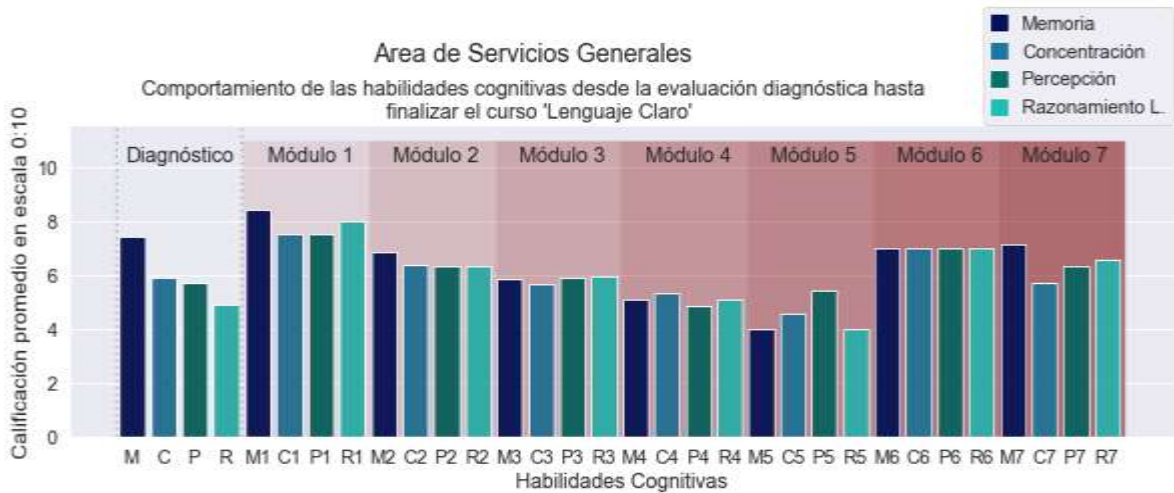


Figura 7.29. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 18 a 27 años.

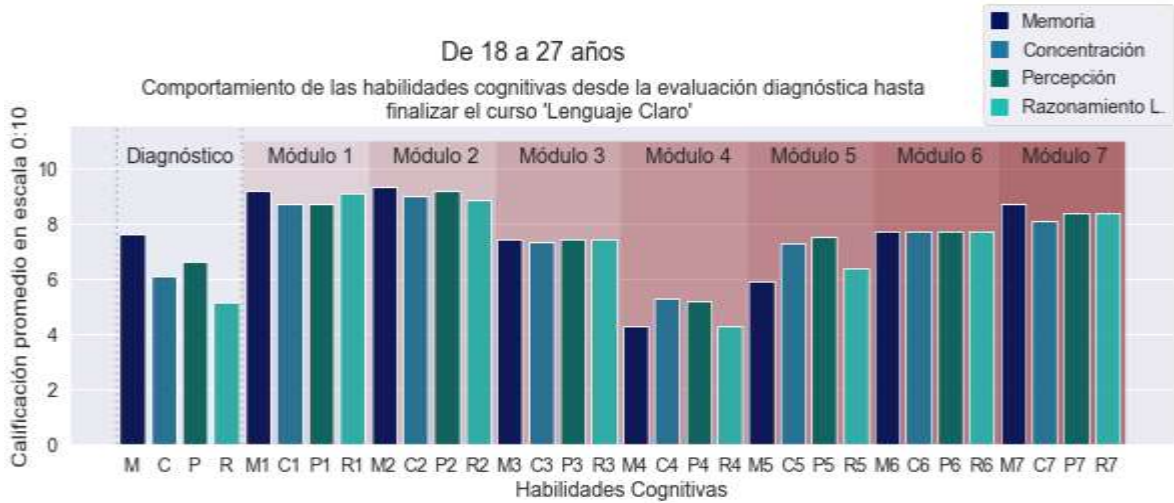


Figura 7.30. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 28 a 37 años.

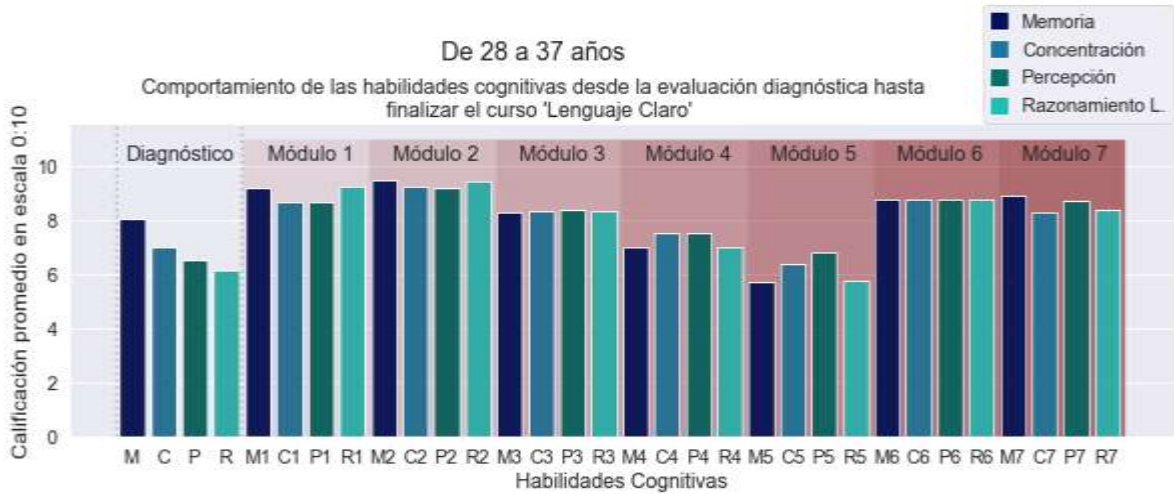


Figura 7.31. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 38 a 47 años.

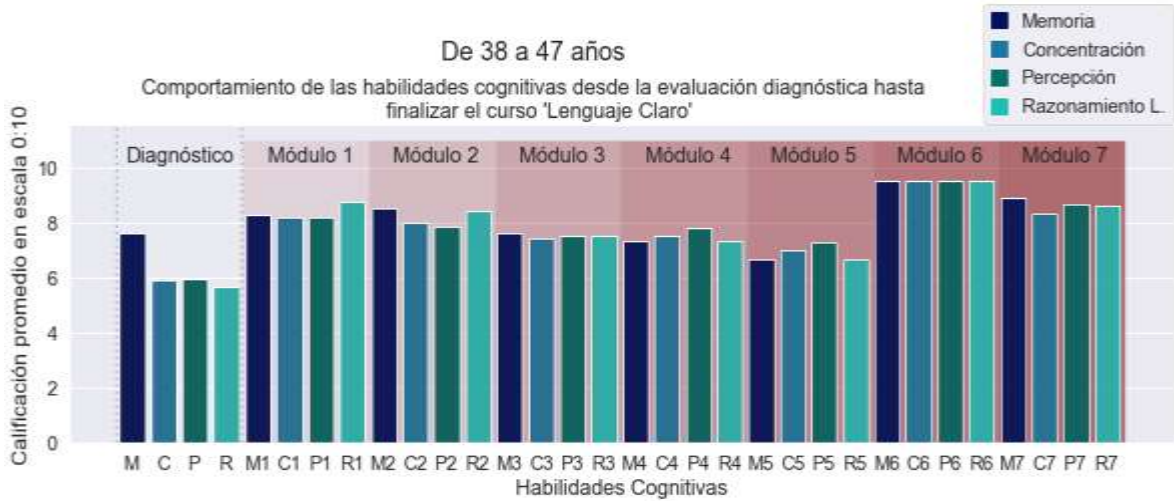


Figura 7.32. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 48 a 57 años.

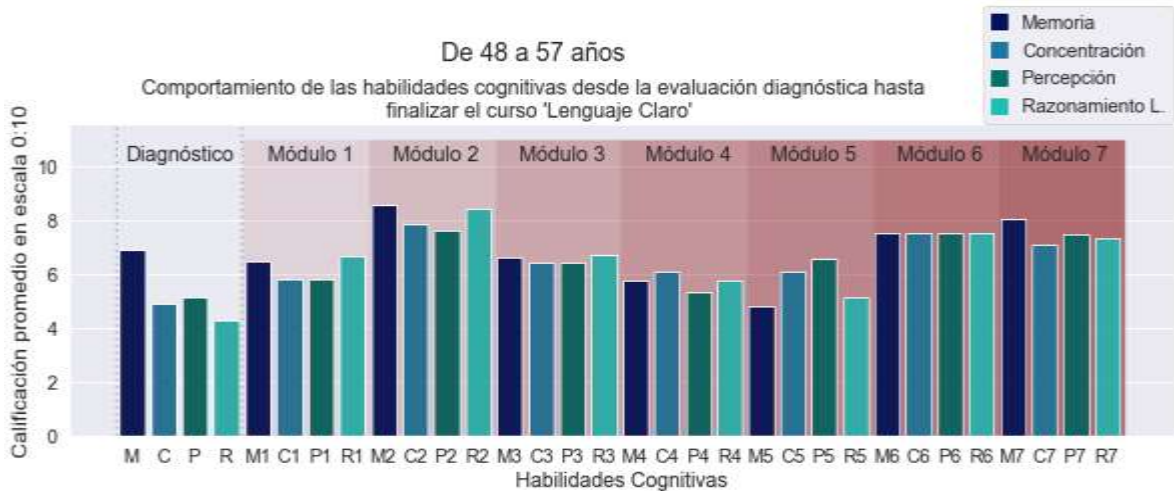


Figura 7.33. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio de 58 a 99 años.

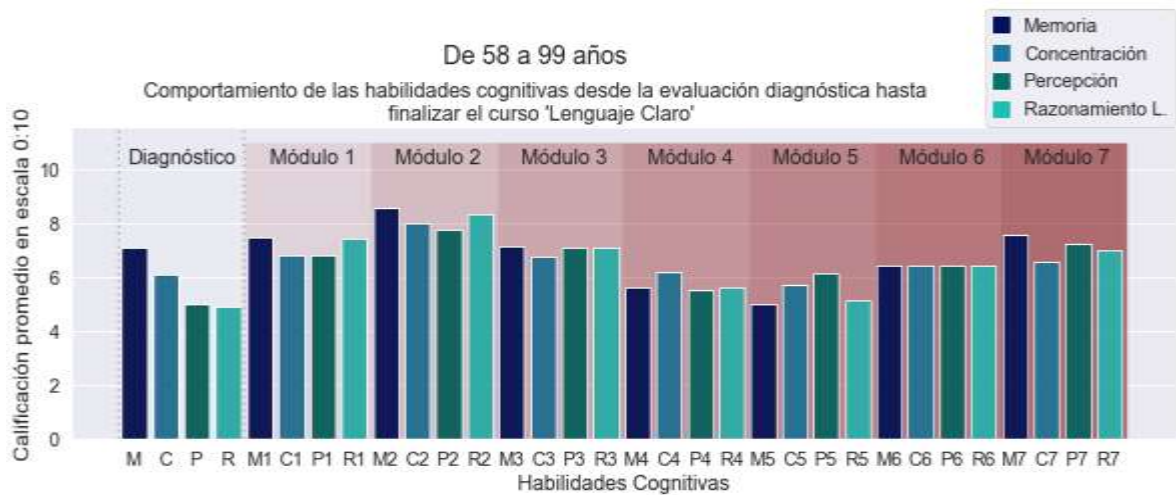


Figura 7.34. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Secundaria.

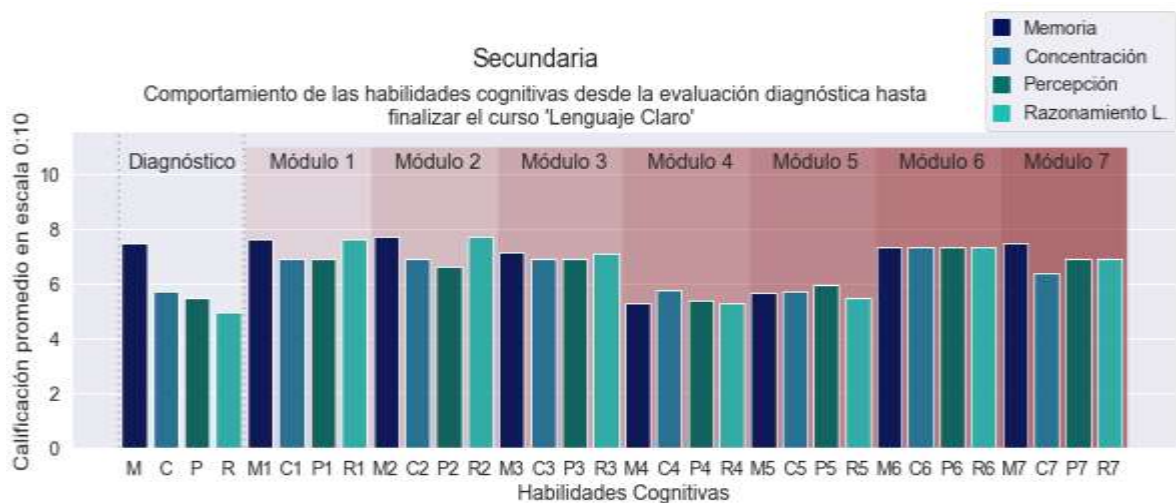


Figura 7.35. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Medio Superior.

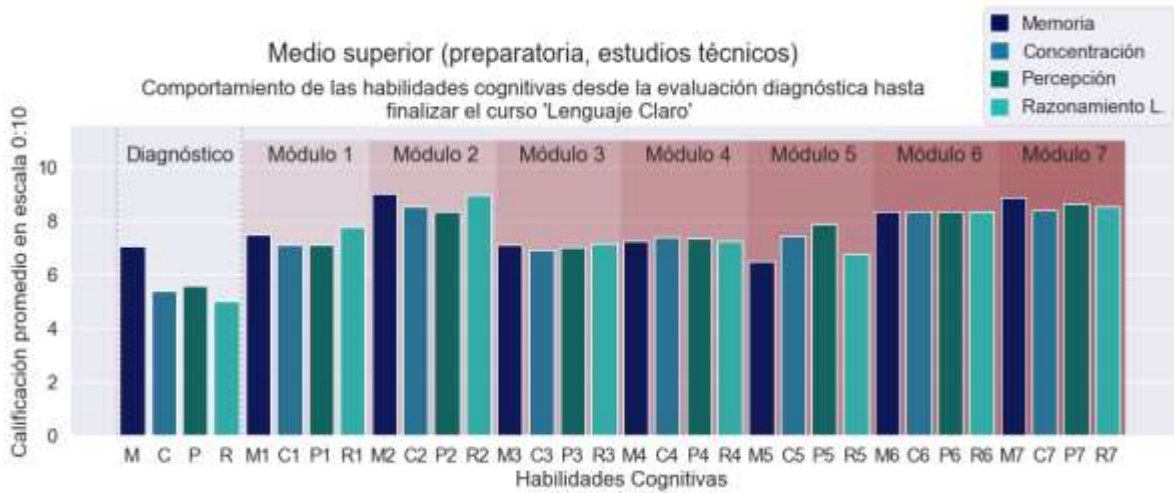


Figura 7.36. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Superior.

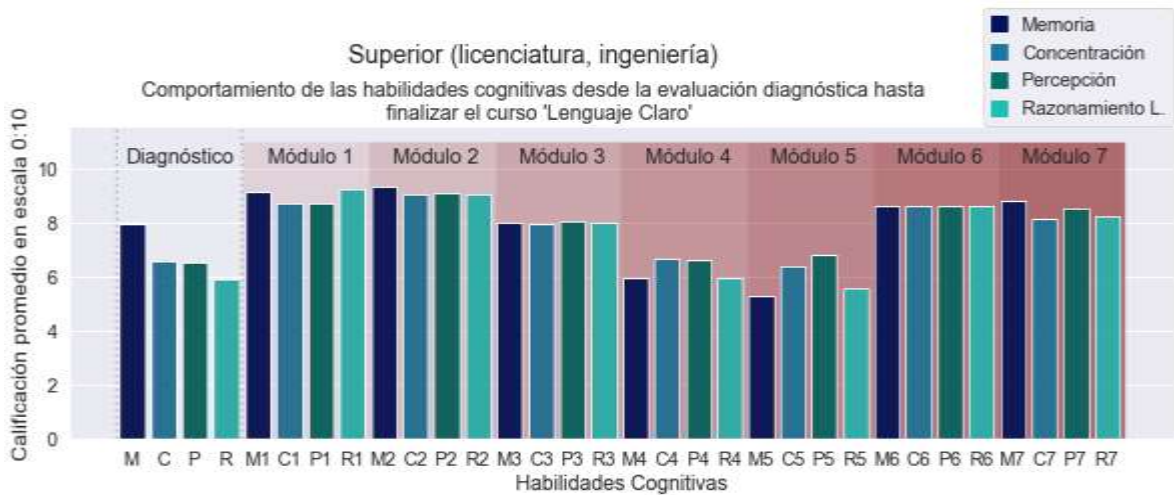


Figura 7.37. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con nivel de estudios Posgrado.

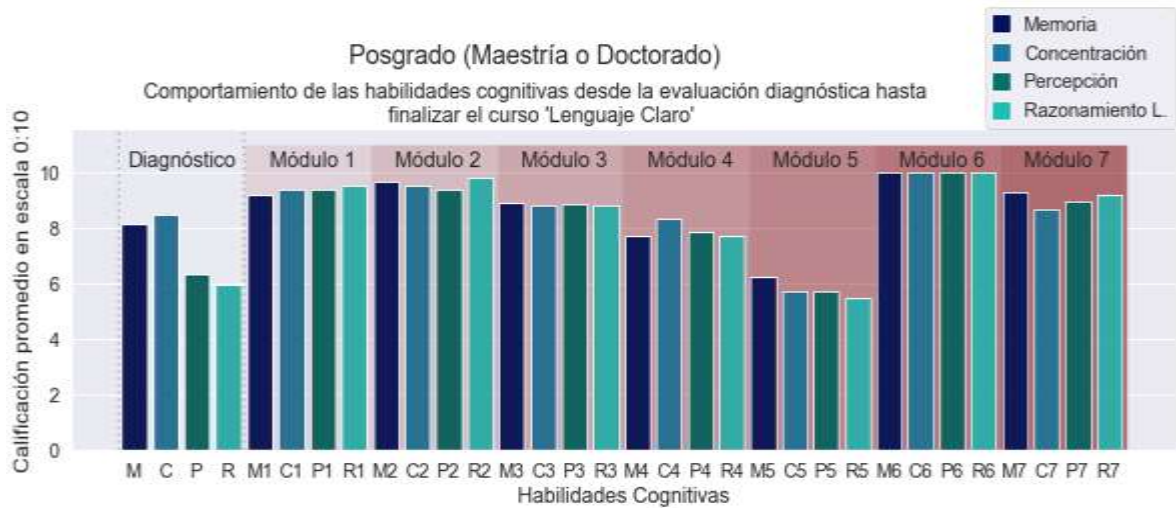


Figura 7.38. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con 1 a 3 años de experiencia.

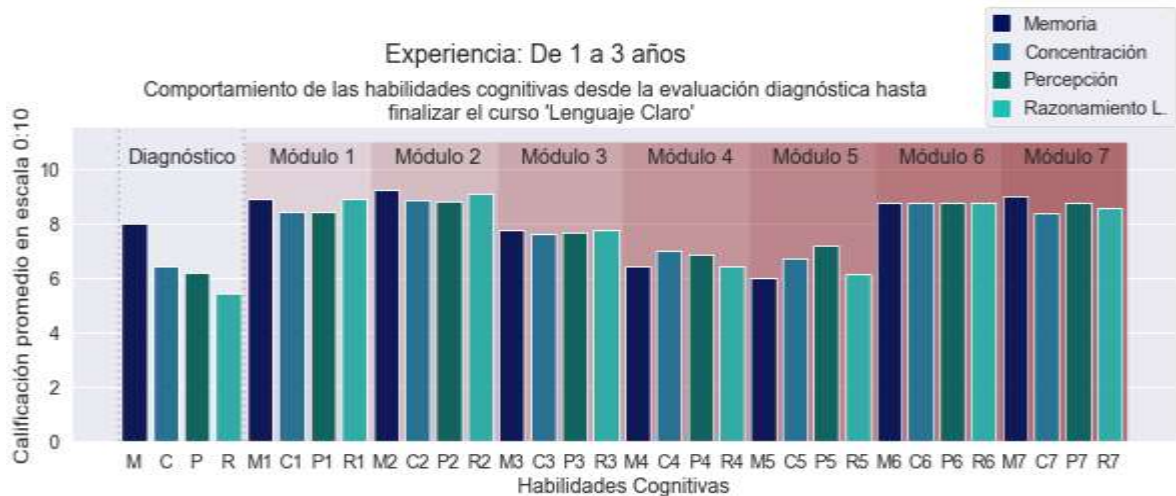


Figura 7.39. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con 4 a 6 años de experiencia.

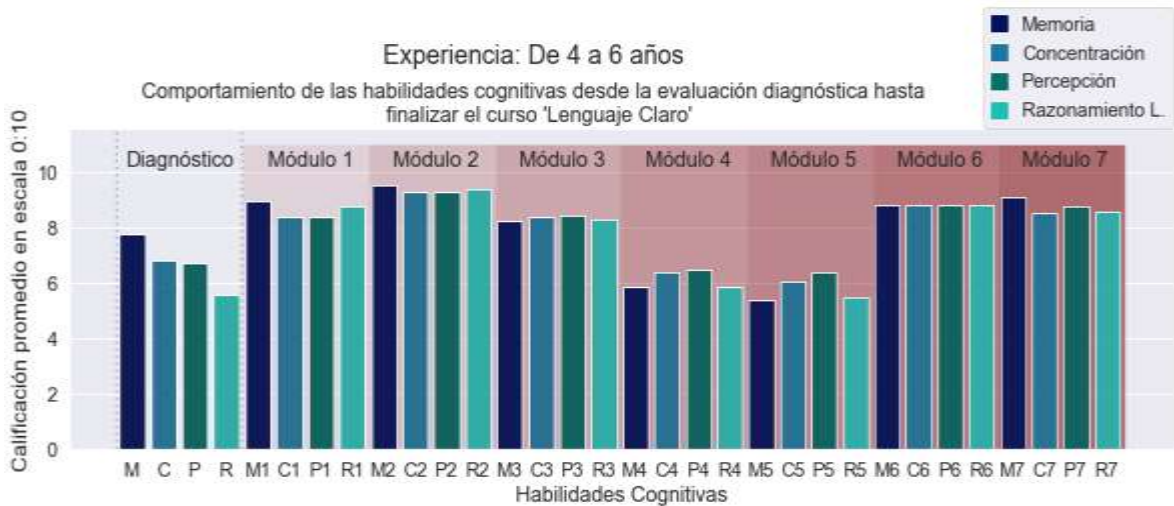
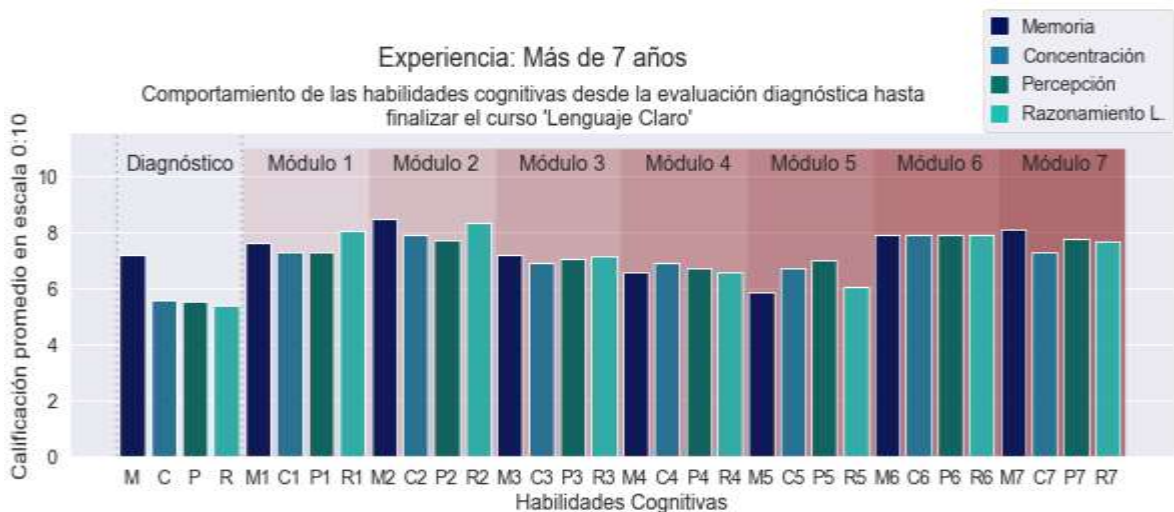


Figura 7.40. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para los sujetos de estudio con más de 7 años de experiencia.



La tendencia observada en los grupos de estudio, indica que a mayor edad y experiencia disminuyen los niveles de habilidades cognitivas. Esto concuerda con lo expresado en Villavicencio et al. (2020), en donde se establece que conforme envejecemos se producen cambios en las funciones cognitivas que se caracterizan por el declive en determinados aspectos: atención, memoria, lenguaje, habilidad visoespacial e inteligencia.

Figura 7.41. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para el personal sindicalizado.

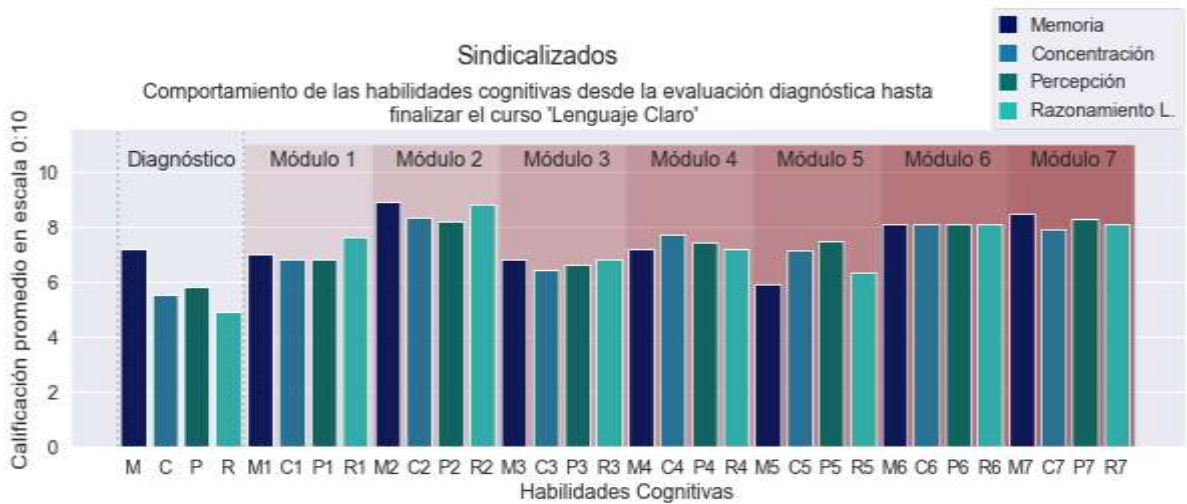
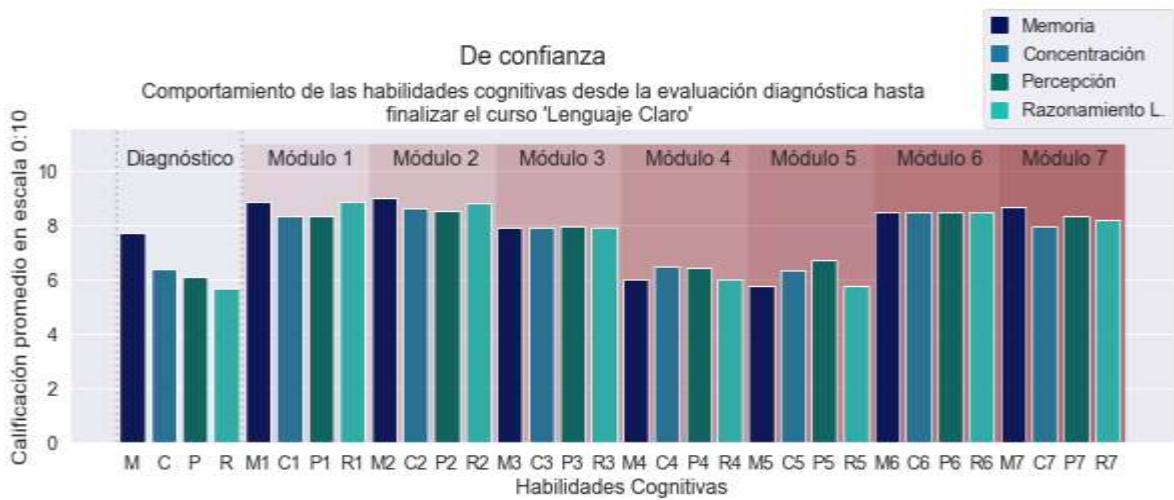


Figura 7.42. Nivel de habilidades cognitivas obtenido por la aplicación de los cuestionarios del curso de Lenguaje Claro para el personal de confianza.



Durante la realización del curso, los estudiantes efectuaron algunas actividades de tipo “arrastra y suelta”, las cuales correspondieron al tipo de objeto de estudio “Simulación”. A los estudiantes con nivel bajo de simulación se les fue proporcionada una sola simulación por módulo, a los de nivel medio dos simulaciones, mientras que a los de nivel alto se les entregaron tres simulaciones. En la tabla 7.26 se pueden observar las calificaciones obtenidas por los sujetos de estudio en estas simulaciones.

Tabla 7.26 Calificaciones por módulo de las actividades realizada por cada sujeto de estudio

SE	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	SE	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1	100	100	100	100	83	100	79	38	75	100	56	50	100	75	100
2	0	100	92	83	100	83	92	39	100	100	100	75	50	100	100
3	100	75	92	100	100	83	92	40	100	100	100	100	83	100	92
4	100	100	100	33	83	100	92	41	63	75	31	100	75	75	100
5	100	100	88	50	75	100	63	42	100	100	88	75	100	100	100
6	100	100	81	75	100	100	100	43	100	75	56	100	50	100	100
7	75	100	100	100	83	100	75	44	100	100	100	38	75	100	69
8	67	67	75	33	50	83	75	45	83	83	75	50	67	83	NP
9	75	38	25	38	50	75	25	46	58	100	100	100	100	83	83
10	75	50	63	50	50	75	75	47	63	25	75	38	75	100	100
11	83	100	92	100	100	100	92	48	100	50	75	75	63	100	69
12	100	25	63	100	100	25	75	49	100	100	100	100	67	83	92
13	75	75	81	100	100	75	100	50	100	100	100	83	100	83	92
14	100	100	100	100	100	100	92	51	100	100	100	100	100	50	63
15	100	38	63	100	38	50	88	52	83	83	58	100	83	100	79
16	100	100	100	100	100	75	88	53	75	100	63	100	100	100	88
17	100	50	100	100	50	100	100	54	100	75	100	100	75	100	88
18	83	100	100	100	100	83	92	55	75	100	100	83	83	100	75
19	100	25	100	100	100	100	100	56	100	25	69	50	75	75	100
20	50	38	69	38	100	100	100	57	75	75	38	38	50	100	88
21	100	100	100	100	25	100	100	58	100	100	100	75	100	100	100
22	75	100	88	100	50	100	100	59	100	58	83	42	67	75	54
23	75	75	100	25	63	75	88	60	67	100	83	75	67	67	83
24	100	38	100	100	100	100	88	61	75	75	75	75	75	100	88
25	100	50	100	100	50	100	100	62	83	67	83	100	100	100	92
26	100	75	75	75	75	63	100	63	63	63	69	75	63	100	75
27	63	75	50	50	100	100	100	64	100	83	71	83	50	50	75
28	75	100	75	75	63	100	100	65	67	50	75	67	42	75	71
29	100	100	83	100	100	100	92	66	100	50	63	75	63	100	100
30	100	50	75	100	100	100	100	67	100	63	88	50	63	100	75
31	63	NP	NP	NP	NP	NP	NP	68	75	25	56	50	25	100	88
32	100	100	63	100	50	50	100	69	100	50	100	50	50	100	75
33	75	38	38	63	100	75	75	70	42	42	75	50	50	83	79
34	100	100	75	50	50	100	75	71	100	100	75	50	50	100	100
35	100	25	63	50	63	100	38	72	83	100	88	58	100	75	100
36	100	75	88	75	75	75	44	73	67	100	67	67	83	83	67
37	75	75	69	25	75	75	88	74	83	100	92	100	100	83	58

Nota: SE= Sujeto de estudio; Ai es el conjunto de actividades correspondientes al módulo i. El promedio de cada módulo para la totalidad de sujetos de estudio es: Q1=86, Q2=76, Q3=80, Q4=75, Q5=75, Q6=88 y Q7=85

Con la información obtenida producto de la realización de las actividades por parte de los sujetos de estudio, se puede realizar un análisis con las diferentes categorías que forman parte del perfil de los individuos, con el fin de verificar el desempeño de los funcionarios públicos en cada una de estas categorías. Las categorías de análisis que se estudiaron fueron: por años de experiencia (figura

7.43), por rango de edad (figura 7.44), por área de adscripción (figura 7.45) y por nivel educativo (figura 7.46).

Figura 7.43. Calificaciones promedio de las actividades por años de experiencia.

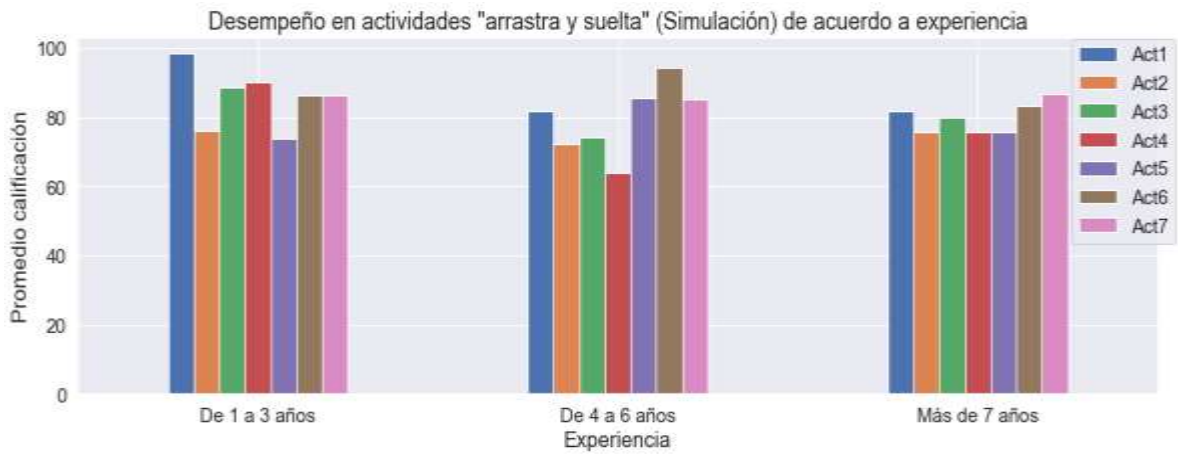


Figura 7.44. Calificaciones promedio de las actividades de acuerdo a la edad.

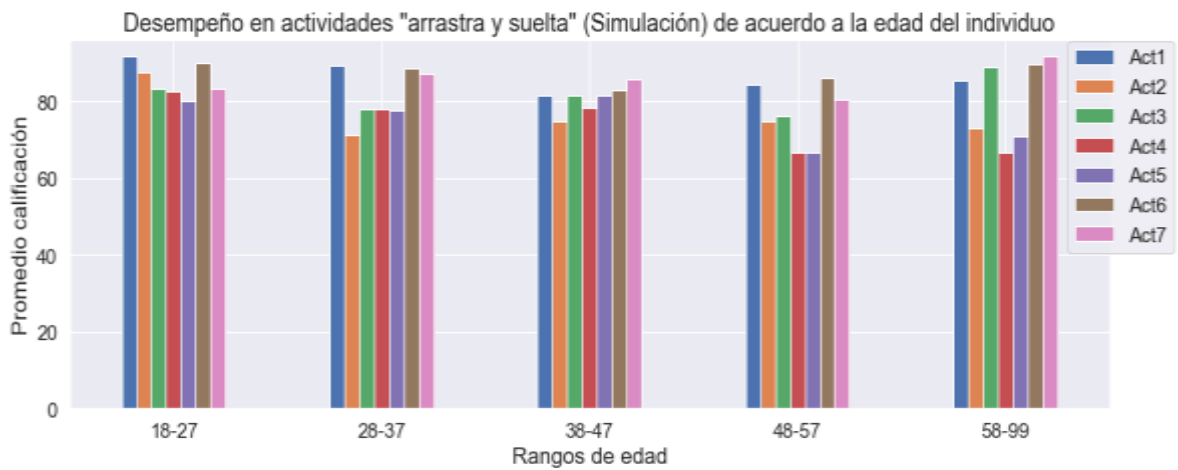


Figura 7.45. Calificaciones promedio de las actividades por área de adscripción.

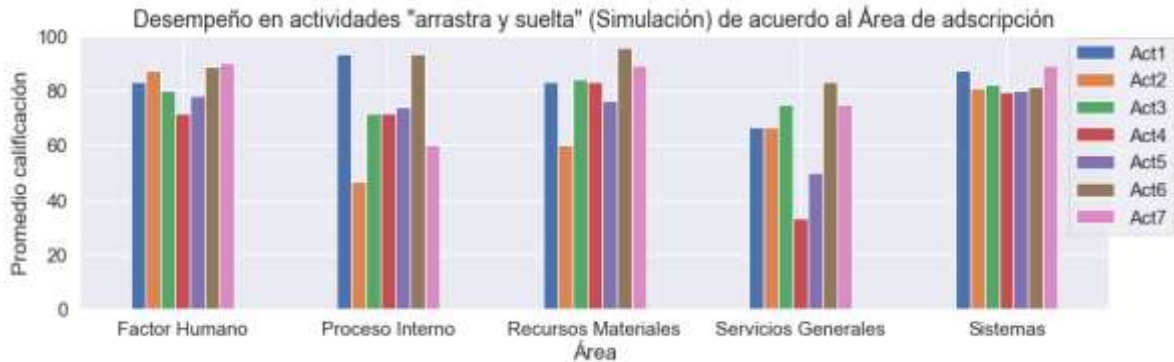
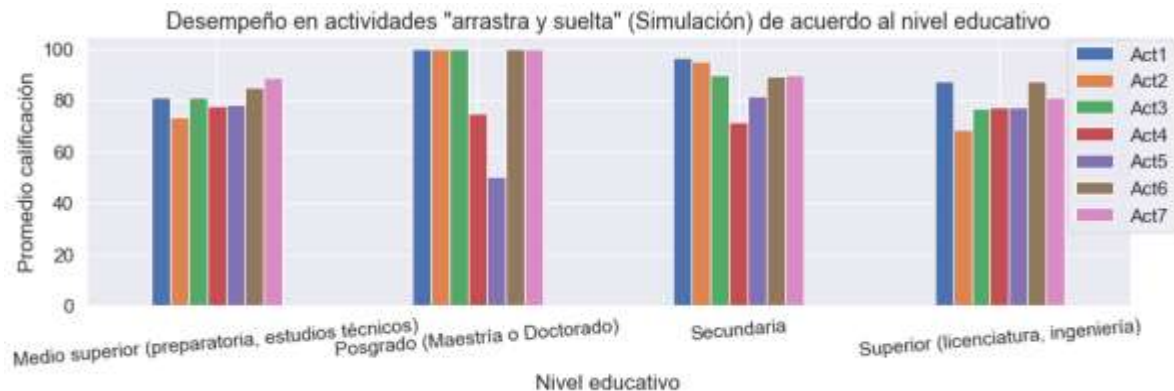


Figura 7.46. Calificaciones promedio de las actividades por nivel educativo.



7.2.4. Evaluación la efectividad laboral

En lo que refiere a las evaluaciones de la efectividad laboral de los sujetos de estudio, al inicio del curso se aplicó la prueba diagnóstica, que consistió en la redacción de un oficio a partir de un caso de estudio en específico. Al finalizar cada módulo, se aplicó un cuestionario para medir el conocimiento adquirido, y verificar si se registró algún cambio en los niveles de habilidades cognitivas con respecto a los resultados de la aplicación de las pruebas test iniciales.

La evaluación final del curso consistió, al igual que en la evaluación inicial, en la redacción de un oficio por parte de los sujetos de estudio (SE). Para evaluar los oficios elaborados se utilizó una rúbrica cuyo esquema se ilustra en la tabla 7.27. En la tabla 7.28 se muestran los resultados tanto de la evaluación inicial como de la evaluación final para cada uno de los participantes. Como puede observarse, en

promedio los estudiantes incrementaron su efectividad en lo que respecta a la redacción de un oficio en un 4%, pero disminuyeron su eficiencia en un 6%.

Tabla 7.27 Rúbrica empleada en las evaluaciones inicial y final.

CRITERIOS A EVALUAR	EXCELENTE 10	NOTABLE 8	SUFICIENTE 6	INSUFICIENTE 4
REDACCIÓN	Muestra capacidad de escritura sobresaliente	Su escritura es clara, precisa y presenta coherencia en su documento	Muestra capacidad de escritura, podría esforzarse más en la claridad de las ideas	Falta desarrollar la expresión escrita, le falta coherencia y claridad
ORTOGRAFÍA	Mantiene una ortografía impecable	Mantiene una buena ortografía	Presenta faltas de ortografía ocasionalmente	Muestra constantemente faltas de ortografía
CONTENIDO	Demostró completo dominio del tema/proyecto	Demostró buen entendimiento del tema/proyecto	Falta elevar el nivel de comprensión del tema/proyecto	No describe con claridad las ideas del tema/proyecto
ASPECTOS ESPECÍFICOS	Cumple con el 100% de los elementos solicitados	Cumple con el 80% de los elementos solicitados	Cumple con el 60% de los elementos solicitados	No cumple ni con el 10% de los elementos solicitados

Los casos que presentaron disminución en la eficiencia se deben principalmente al hecho de que los sujetos de estudio invirtieron más tiempo en la redacción final del oficio al considerar los elementos y sugerencias expuestas durante el curso. Por otra parte, y sin considerar el factor del tiempo, la eficacia se incrementó en un 13% y el desempeño y calidad en la redacción de documentos oficiales se incrementó en un 20% aproximadamente.

Tabla 7.28a. Resultados de las evaluaciones inicial y final de la efectividad

SE	Evaluación Inicial					Evaluación Final					ΔE Final-Inicial
	C	t	e	η	E	C	t	e	η	E	
1	4.5	818	0.45	0.33	0.39	4	1188	0.40	0.20	0.30	- 0.09
2	6	1082	0.60	0.33	0.47	7	972	0.70	0.43	0.57	0.10
3	6	1009	0.60	0.36	0.48	7.5	604	0.75	0.75	0.75	0.27
4	4.5	144	0.45	1.88	1.16	9.5	335	0.95	1.70	1.33	0.16
5	9	864	0.90	0.63	0.76	9.5	1198	0.95	0.48	0.71	- 0.05
6	6	1192	0.60	0.30	0.45	10	1200	1.00	0.50	0.75	0.30
7	4.5	855	0.45	0.32	0.38	4	964	0.40	0.25	0.32	- 0.06
8	5.5	905	0.55	0.36	0.46	7	265	0.70	1.58	1.14	0.69
9	4.5	587	0.45	0.46	0.45	6.5	944	0.65	0.41	0.53	0.08
10	6	1107	0.60	0.33	0.46	7.5	1200	0.75	0.38	0.56	0.10
11	9	972	0.90	0.56	0.73	7.5	1200	0.75	0.38	0.56	- 0.17
12	8	233	0.80	2.06	1.43	10	194	1.00	3.09	2.05	0.62
13	9.5	1174	0.95	0.49	0.72	10	1100	1.00	0.55	0.77	0.05
14	9	792	0.90	0.68	0.79	10	1159	1.00	0.52	0.76	- 0.03
15	10	662	1.00	0.91	0.95	10	609	1.00	0.99	0.99	0.04
16	9	733	0.90	0.74	0.82	9.5	213	0.95	2.68	1.81	0.99
17	4.5	1200	0.45	0.23	0.34	7	1026	0.70	0.41	0.55	0.22
18	6	650	0.60	0.55	0.58	7.5	781	0.75	0.58	0.66	0.09
19	7	829	0.70	0.51	0.60	7.5	815	0.75	0.55	0.65	0.05
20	10	698	1.00	0.86	0.93	10	1005	1.00	0.60	0.80	- 0.13
21	9	1097	0.90	0.49	0.70	10	809	1.00	0.74	0.87	0.17
22	7	1006	0.70	0.42	0.56	8	1200	0.80	0.40	0.60	0.04
23	7	607	0.70	0.69	0.70	7	453	0.70	0.93	0.81	0.12
24	8.5	481	0.85	1.06	0.96	9.5	475	0.95	1.20	1.08	0.12

Tabla 7.28b. Resultados de las evaluaciones inicial y final de la efectividad (cont.)

SE	Evaluación Inicial					Evaluación Final					ΔE Final-Inicial
	C	t	e	η	E	C	t	e	η	E	
25	7	753	0.70	0.56	0.63	8	774	0.80	0.62	0.71	0.08
26	9	1195	0.90	0.45	0.68	9.5	1050	0.95	0.54	0.75	0.07
27	7.5	591	0.75	0.76	0.76	10	922	1.00	0.65	0.83	0.07
28	7.5	502	0.75	0.90	0.82	10	963	1.00	0.62	0.81	- 0.01
29	7	376	0.70	1.12	0.91	8	1200	0.80	0.40	0.60	- 0.31
30	4	419	0.40	0.57	0.49	6	609	0.60	0.59	0.60	0.11
31	6.5	696	0.65	0.56	0.61	6.5	507	0.65	0.77	0.71	0.10
32	7	399	0.70	1.05	0.88	9.5	404	0.95	1.41	1.18	0.30
33	9	678	0.90	0.80	0.85	10	1085	1.00	0.55	0.78	- 0.07
34	5.5	1197	0.55	0.28	0.41	6.5	701	0.65	0.56	0.60	0.19
35	7	1190	0.70	0.35	0.53	10	1200	1.00	0.50	0.75	0.22
36	7	634	0.70	0.66	0.68	9	380	0.90	1.42	1.16	0.48
37	5.5	1196	0.55	0.28	0.41	8	1032	0.80	0.47	0.63	0.22
38	4.5	857	0.45	0.32	0.38	6	820	0.60	0.44	0.52	0.14
39	8	1190	0.80	0.40	0.60	8.5	1200	0.85	0.43	0.64	0.04
40	9	1176	0.90	0.46	0.68	8.5	1200	0.85	0.43	0.64	- 0.04
41	6.5	1200	0.65	0.33	0.49	8	1049	0.80	0.46	0.63	0.14
42	5	1200	0.50	0.25	0.38	7.5	665	0.75	0.68	0.71	0.34
43	10	949	1.00	0.63	0.82	10	564	1.00	1.06	1.03	0.22
44	8	1196	0.80	0.40	0.60	9	1175	0.90	0.46	0.68	0.08
45	5	588	0.50	0.51	0.51	5.5	491	0.55	0.67	0.61	0.11
46	9.5	169	0.95	3.37	2.16	9.5	345	0.95	1.65	1.30	- 0.86
47	7.5	115	0.75	3.91	2.33	9	1200	0.90	0.45	0.68	- 1.66
48	7.5	658	0.75	0.68	0.72	9.5	580	0.95	0.98	0.97	0.25
49	8.5	518	0.85	0.98	0.92	9.5	1200	0.95	0.48	0.71	- 0.20
50	4.5	732	0.45	0.37	0.41	10	725	1.00	0.83	0.91	0.50
51	8.5	219	0.85	2.33	1.59	10	802	1.00	0.75	0.87	- 0.72
52	9	200	0.90	2.70	1.80	10	929	1.00	0.65	0.82	- 0.98
53	5	1200	0.50	0.25	0.38	10	888	1.00	0.68	0.84	0.46
54	7	1197	0.70	0.35	0.53	8.5	1200	0.85	0.43	0.64	0.11
55	10	628	1.00	0.96	0.98	10	1024	1.00	0.59	0.79	- 0.18
56	7	1173	0.70	0.36	0.53	8	996	0.80	0.48	0.64	0.11
57	8.5	999	0.85	0.51	0.68	8.5	1200	0.85	0.43	0.64	- 0.04
58	4.5	1200	0.45	0.23	0.34	10	611	1.00	0.98	0.99	0.65
59	9	243	0.90	2.22	1.56	10	214	1.00	2.80	1.90	0.34
60	7.5	843	0.75	0.53	0.64	8.5	676	0.85	0.75	0.80	0.16
61	5	1200	0.50	0.25	0.38	8	993	0.80	0.48	0.64	0.27
62	5	368	0.50	0.82	0.66	6.5	468	0.65	0.83	0.74	0.08
63	5	506	0.50	0.59	0.55	6	1200	0.60	0.30	0.45	- 0.10
64	9	537	0.90	1.01	0.95	10	675	1.00	0.89	0.94	- 0.01
65	5	72	0.50	4.17	2.33	8.5	1200	0.85	0.43	0.64	- 1.70
66	8.5	1200	0.85	0.43	0.64	8.5	465	0.85	1.10	0.97	0.34
67	9	522	0.90	1.03	0.97	10	510	1.00	1.18	1.09	0.12
68	5	407	0.50	0.74	0.62	5.5	1200	0.55	0.28	0.41	- 0.21
69	8.5	218	0.85	2.34	1.59	7.5	499	0.75	0.90	0.83	- 0.77
70	9	430	0.90	1.26	1.08	9.5	365	0.95	1.56	1.26	0.18
71	6.5	946	0.65	0.41	0.53	9	1200	0.90	0.45	0.68	0.14
72	7	964	0.70	0.44	0.57	8.5	1043	0.85	0.49	0.67	0.10
73	4	1140	0.40	0.21	0.31	6.5	1179	0.65	0.33	0.49	0.19
74	7.5	758	0.75	0.59	0.67	10	750	1.00	0.80	0.90	0.23
Prom	7.07	773.53	0.71	0.83	0.77	8.45	841.04	0.84	0.77	0.81	0.04

Nota: La calificación compuesta para cada sujeto de estudio (SE), de acuerdo a la rúbrica ya expuesta, se representa con la letra "C", y el tiempo invertido en la evaluación se representa con la letra "t". Aplicando las formulas expresadas en la figura 6.1 de la sección 6 del presente trabajo se obtienen los valores de la eficacia (e), la eficiencia (η) y la efectividad (E). para cada oficio evaluado. La efectividad es la suma de la eficiencia y la eficacia

7.3. Discusión.

El presente trabajo de investigación propone un Modelo de Aprendizaje Adaptativo para el desarrollo de competencias laborales y habilidades cognitivas; este modelo se aplicó al caso del Ayuntamiento de Huixquilucan. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa de forma general, que la aplicación del modelo permitió incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento, y a su vez, estos mismos trabajadores mostraron una mejoría en el desarrollo de la competencia transversal de comunicación escrita al finalizar el curso de Lenguaje Claro.

Con lo anterior, se cumplen con los planteamientos establecidos en el supuesto y en la hipótesis cierta, y su vez, se constituye como el principal aporte del presente trabajo de investigación. De igual manera se cumplen con el objetivo general y los objetivos específicos planteados de forma inicial. El análisis de los datos obtenidos permite establecer que los resultados alcanzados son los esperados.

En contraste con otros modelos identificados dentro del estado del arte en materia de aprendizaje adaptativo, – en los cuales se centra el estudio en los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman, los objetos de aprendizaje y la adaptabilidad de los LMS – el presente trabajo expone un estudio cuantitativo de las habilidades cognitivas y la efectividad laboral. La interpretación de los resultados obtenidos permite realizar un análisis cualitativo de estas variables de estudio.

En la mayoría de los estudios analizados como parte de la revisión de la literatura sobre aprendizaje adaptativo no se aborda el enfoque cognitivo salvo los trabajos desarrollados por Balasubramanian y Margret (2018), que estudian las habilidades cognitivas, y de Lwande, Muchemi,& Oboko (2021) que analiza los rasgos cognitivos. Sin embargo, una constante (y a la vez similitud con el presente trabajo) que se detectó al realizar la revisión de propuestas de aprendizaje adaptativo es el uso de los componentes del modelo integrados en tres grandes rubros: modelo de aprendiz o usuario, modelo de dominio y modelo de adaptación.

A diferencia del estudio realizado por Balasubramanian y Margret (2018) particularmente, el presente trabajo presenta un enfoque laboral y por lo tanto se introduce el estudio de la efectividad laboral, además, se mapean de forma directa la cuantificación de las habilidades cognitivas y del desempeño de los sujetos de estudio frente a los objetos de aprendizaje.

Uno de los objetivos específicos del presente trabajo de investigación fue esquematizar los componentes del modelo de aprendizaje adaptativo de competencias laborales propuesto. En los resultados se describió que el modelo general propuesto se compone a su vez de tres modelos: a) modelo del aprendiz (MAP), b) modelo de adaptación (MAD) y c) modelo de objeto de aprendizaje (MOA). De acuerdo al análisis del estado del arte, se encontró que estos componentes han sido los más utilizados en los trabajos revisados.

En el modelo o módulo de adaptación, a diferencia de Balasubramanian y Magret (2019), no se incorpora el submódulo de aprendizaje por refuerzo debido a que esta técnica de inteligencia artificial requiere de una alta capacidad de procesamiento y almacenamiento para su buen desempeño; la infraestructura del Ayuntamiento de Huixquilucan disponible durante la intervención no permitió cubrir los niveles de recursos de procesamiento requeridos. Por otro lado, el estudio de Lwande, Muchemi y Oboko (2021), a diferencia del presente trabajo, analiza cuatro rasgos cognitivos: la capacidad de aprendizaje asociativo, la capacidad de la memoria de trabajo, la capacidad de razonamiento inductivo y la velocidad de procesamiento de la información.

Los resultados obtenidos por Balasubramanian y Margret (2018) indican una mejora discreta en las habilidades cognitivas de los estudiantes entre el 1 y 8%, mientras que, en el presente trabajo, la aplicación del modelo propuesto generó un resultado de una mejora en habilidades cognitivas de más del 30%. Aunque si bien es cierto, en todos los estudios analizados en la revisión del estado del arte se reportan mejoras en el desempeño de los estudiantes.

En la Fase I de la investigación, los datos que se obtuvieron por la aplicación de los test de habilidades cognitivas de forma inicial, muestran de acuerdo a la clasificación de los sujetos de estudio en cuatro grupos diferentes con base en la edad, la experiencia y el nivel académico, niveles promedio entre alto y medio para el caso de la Memoria y la Concentración, y entre medio y bajo para el caso de la Percepción y el Razonamiento Lógico. Con la aplicación de los test de habilidades cognitivas se cubre el objetivo de “Identificar y analizar los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante la comparación del desempeño laboral, permitiendo diseñar un modelo cercano a la realidad”.

El análisis ANOVA permitió conocer los objetos de aprendizaje con los que mejor se desempeñan los alumnos, a partir de los resultados de los test de HC. Con apoyo de un método gráfico, fue posible conocer el nivel de entrega necesario de estos objetos, ya sea bajo, medio o alto. Con esta información se establecieron las reglas para la asignación de OA a los sujetos de estudio, en otras palabras, la forma en que se conforman las secuencias didácticas (SD).

En lo que respecta a la Fase II o fase final de la investigación, con el módulo de adaptabilidad fue posible conformar las secuencias didácticas personalizadas a entregar a cada sujeto de estudio; esto se logró con el apoyo del Sistema de Inferencia Difuso diseñado a partir de las reglas gramaticales de asignación y del algoritmo de Asignación Secuencial, Priorizada, Intercalada y Recurrente para la asignación dinámica de objetos de aprendizaje (ASPIRADO). Cabe señalar que este algoritmo, es una propuesta de integración de secuencias didácticas que se presenta en esta investigación.

Con el sistema de inferencia difuso (FIS) utilizado y propuesto en el presente trabajo, se logra la adaptabilidad. Lo anterior, con un enfoque similar en relación a los FIS presentados en los estudios realizados por Hsieh, Wang, Su, y Lee, M.-C. (2012); Salim y Haron (2006); Bradac y Walek (2017); y Mohamed, Abdeslam, y Lahcen (2017).

Con el fin de cubrir el objetivo de “Identificar y analizar los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante la comparación del desempeño laboral, permitiendo diseñar un modelo cercano a la realidad”, se aplicaron los cuestionarios diagnósticos de efectividad y capacitación de forma inicial, y se realizó una revisión de los perfiles de puesto de los servidores públicos. Este objetivo contribuye con el análisis de las competencias laborables aplicables a los sujetos de estudio, las cuales permiten el diseño del modelo de objeto de aprendizaje el cual es un componente del modelo de aprendizaje adaptativo propuesto.

Dentro de los hallazgos encontrados producto de la aplicación de los cuestionarios diagnósticos se tiene que los perfiles de puesto en algunos casos no corresponden a las actividades que desempeñan los servidores públicos, además no existe un esquema del seguimiento al desarrollo profesional del trabajador, ni un registro de las competencias necesarias para ocupar una plaza determinada. Esto se debe a que no se han diseñado los mecanismos necesarios por parte de los responsables de las áreas administrativas del Ayuntamiento para establecer planes de carrera y profesionalización. Además, existe un gran arraigo del servidor público hacia su zona de confort.

En este sentido, cabe señalar que con la plataforma LMS diseñada a fin de llevar a cabo la fase de intervención de la presente investigación es posible dar seguimiento al desarrollo profesional del empleado. En ciertas instancias de Administración Pública municipal, como el caso del Ayuntamiento de Huixquilucan, es importante diseñar e implementar un Modelo de Gestión por Competencias para desarrollar o fortalecer competencias cognitivas, de habilidades y actitudinales optimizando su rendimiento, productividad y la administración de los recursos financieros y humanos (Pacherrez-Riva y Marrufo-Fernández, 2020).

En contraste con otras investigaciones, se tiene que en el estudio realizado por Pacherrez-Riva y Marrufo-Fernández (2020) se observó que, en la Municipalidad provincial de Rioja, los funcionarios no están ejerciendo eficazmente sus

habilidades laborales, porque hay una diferencia entre lo que saben y lo que hacen. En otros Ayuntamientos como es el caso de la municipalidad distrital de Zurite en la provincia de Anta, ubicada en el departamento de Cusco, Perú se tiene una correlación alta entre las habilidades del trabajador y el perfil de puesto (Simaraura-Santoyo, 2021).

Para cumplir con el objetivo específico de definir la efectividad laboral se efectuó una revisión documental de conceptos relacionados a este término y se contrastó con las opiniones de los servidores públicos del Ayuntamiento vertidas en los cuestionarios de diagnóstico inicial y en la encuesta de clima laboral. De acuerdo a la revisión documental realizada sobre los conceptos de efectividad laboral, se encontró que la efectividad se puede expresar en términos de la eficiencia y la eficacia, y, por lo tanto, es posible cuantificar la efectividad. Esto permite medir el desempeño de los servidores públicos sobre alguna competencia específica sometiéndolos a actividades relacionadas con dicha competencia.

Como producto de la revisión de los resultados de la encuesta de clima laboral 2022 y la evaluación de desempeño 270 se encontró que una de las mayores áreas de oportunidad que se tiene en el Ayuntamiento en relación a las competencias laborales es la comunicación efectiva y la redacción clara de escritos con carácter oficial. El objetivo de definir la efectividad contribuye con la revisión contextual y teórica del estado del arte en materia; siendo que la efectividad es la variable dependiente de la investigación.

La efectividad laboral depende del desarrollo de las habilidades cognitivas y las competencias laborales del empleado. Esto se debe a que niveles altos de habilidades cognitivas permiten al individuo efectuar sus actividades con mayor precisión abatiendo al mismo tiempo el retrabajo. De igual forma, el desarrollo de las competencias laborales *ad hoc* a cada uno de los empleados y suministrando los objetos de aprendizaje adecuados permite al trabajador tanto desarrollar estas habilidades cognitivas como adquirir conocimiento de manera eficiente relacionado con las actividades que desempeña.

La implementación del curso de Lenguaje Claro como parte de la intervención realizada en el Ayuntamiento de Huixquilucan permitió realizar diversas pruebas: diagnóstico inicial de la efectividad, cuestionarios y actividades por cada módulo del curso y evaluación final de la efectividad. Los resultados de los cuestionarios aplicados durante el curso mostraron un desempeño eficiente de los sujetos de estudio. Las calificaciones promedio por módulo fueron Q1=8.14, Q2=8.59, Q3=7.58, Q4=6.62, Q5=6.52, Q6=8.38 y Q7=8.26.

El promedio relativamente bajo en los módulos 4 y 5 se debe a que los cuestionarios referentes a estos módulos son de un nivel de dificultad mayor al resto de los cuestionarios aplicados. En todos los cuestionarios, no solo se realizaban preguntas relacionadas al contenido del curso, sino que también se ponía a prueba las capacidades cognitivas del individuo. Cada pregunta de los cuestionarios se diseñó y se analizó a través del procesamiento de lenguaje natural (una técnica de inteligencia artificial), para conocer sus componentes cognitivos con el fin de evaluar las HC de los sujetos de estudio. A partir de esta disgregación se observó que los resultados obtenidos por los sujetos de estudio en los cuestionarios del curso son mejores a los que obtuvieron en las pruebas diagnósticas.

Con la información de los resultados de los cuestionarios separada por componentes de habilidad cognitiva en suma con la información del perfil del estudiante como el área de adscripción, la edad, el nivel educativo y la experiencia se conformó una gran tabla o *dataset* que permitió realizar un análisis gráfico de acuerdo a dicho perfil.

De acuerdo a este análisis, se observó que la mayor parte de los sujetos de estudio pertenecen al área de Sistemas (45.9%) y al área de Recursos Materiales (20.3%); otras áreas participantes fueron Factor Humano (17.6%), Proceso Interno (9.5%) y Servicios Generales (6.8%). Estas áreas integran el núcleo administrativo del Ayuntamiento. La causa de que algunas áreas tuvieran una menor contribución de sujetos de estudio se debe a que la carga de trabajo que presentaron durante el

periodo de intervención fue relativamente alta, lo que no permitió que la contribución fuera mayor.

Tomando como categoría de análisis al nivel académico de los sujetos de estudio, se observa que un 44.6% cuenta con un nivel superior, seguido de un 32.4% con nivel medio superior, mientras que el 17.6% tiene únicamente estudios de Secundaria. Por otro lado, tan solo el 5.4% de los sujetos de estudio cuentan con un Posgrado. El personal sindicalizado que participó en la intervención tiene un promedio de edad de 48.71, mientras que para el personal de confianza es de 36.36.

El análisis del nivel académico en conjunto con la edad y la experiencia indica que, de forma general, a mayor edad, mayor experiencia y años de servicio, pero menor nivel educativo. Del análisis se deduce que el personal sindicalizado cuenta con más años de servicio, pero posee menor nivel académico, mientras que el personal de confianza tiene menos años en el Ayuntamiento, pero cuenta con más estudios. Esto explica el mejor desempeño de los empleados de confianza que los empleados sindicalizados en el curso, y de igual forma explica que los sujetos de estudio con mayor nivel académico tuvieron un mejor desempeño y desarrollo de sus habilidades cognitivas.

En lo que refiere al análisis por áreas, se observa que las áreas que tienen un mayor enfoque administrativo, en este caso Factor Humano y Proceso Interno, tuvieron un mejor desempeño que las áreas técnicas: Recursos Materiales, Servicios Generales y Sistemas. Esto se debe a que el curso de Lenguaje Claro del cual fueron participes tiene una temática más acorde a las labores administrativas.

Como se mencionó al inicio de esta sección, uno de los hallazgos en el desempeño de los alumnos fue que, a mayor edad, menor desempeño, pero también el personal con poca experiencia tuvo un desempeño bajo. En análisis muestra que los sujetos de estudio con edades medias, de 28 a 47 años son lo que tuvieron mejor desempeño. Dado que la edad está correlacionada de forma positiva

con la experiencia, en el análisis por estratos de años de experiencia, se observó que el estrato medio tuvo un mejor desempeño (de 4 a 7 años).

En las actividades realizadas durante el curso (simulaciones), los sujetos de estudio presentaron un desempeño un poco más equilibrado entre ellos, con un promedio mayor a 80 en escala de 0 a 100. Esto se explica de acuerdo al análisis gráfico presentado en la sección 7.1.2 en donde se observó que la Simulación es el tipo de objeto de aprendizaje con mayor presencia y mayor influencia en promedio, en el desarrollo de las habilidades cognitivas de los sujetos de estudio.

El buen nivel de desempeño mostrado por los sujetos de estudio en el desarrollo del curso, se reflejó en la evaluación final en la que se midió la efectividad de los individuos. La eficacia tuvo un incremento de alrededor del 13% en promedio; sin embargo, la eficiencia tuvo un retroceso de -6%, esto se debe a que la eficiencia se calcula en términos del tiempo, y cuando se aprenden nuevos conceptos o se corrige un aprendizaje previo (desaprendizaje o deconstrucción), los estudiantes realizan las tareas en un mayor tiempo, ya que se añade un tiempo destinado a la revisión de las tareas realizadas.

La metodología empleada permitió alcanzar resultados favorables durante la intervención. Durante la investigación se identificaron algunos puntos de mejora en la metodología que pueden impactar de forma positiva en los resultados. Dentro de estos puntos de mejora están: a) establecer criterios para la generación de los reactivos de los test de habilidades cognitivas con el fin de enfocarlos a temáticas relacionadas con las actividades laborales de los servidores públicos; b) definir criterios más precisos de medición para los test de habilidades cognitivas; c) profundizar en el estudio del procesamiento de lenguaje natural con el fin de definir criterios más amplios y mejor estructurados para la clasificación y cuantificación cognitiva de las preguntas, respuestas y textos evaluativos aplicados a los sujetos de estudio.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación y las diferentes propuestas innovadoras presentadas dentro de la metodología es posible

establecer algunas líneas de investigación para trabajos futuros. Dentro de las innovaciones presentadas en este trabajo están: a) la introducción del algoritmo de Asignación Secuencial, Priorizada, Intercalada y Recurrente para la asignación dinámica de objetos de aprendizaje (ASPIRADO), b) el mapeo directo de las habilidades cognitivas con los tipos de objetos de aprendizaje, c) el método gráfico complementario al análisis ANOVA para determinar los objetos de aprendizaje de mayor influencia para los grupos de estudio, y d) la ponderación de las preguntas con base en sus componentes de habilidades cognitivas mediante el apoyo de la técnica de lenguaje natural (IA).

Capítulo 8

Conclusiones

8. Conclusiones

Con la metodología de investigación planteada en el presente trabajo se cumplió con el objetivo general de diseñar un modelo de aprendizaje adaptativo para el desarrollo de competencias laborales y habilidades cognitivas mediante herramientas TIC que permita incrementar la efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan Estado de México. El resultado de la aplicación del modelo propuesto es el incremento en la efectividad laboral comprobándose de esta forma la hipótesis cierta plantada para la investigación.

El modelo de aprendizaje adaptativo propuesto plantea una medición inicial de las habilidades cognitivas de los estudiantes para crear un perfil individual, a partir del cual se obtienen los objetos de aprendizaje con lo que mejor se desempeñan. Lo anterior se logró con el apoyo de técnicas de inteligencia artificial basadas en lógica difusa y lenguaje natural, permitiendo al mismo tiempo la adquisición de competencias laborales para un desempeño efectivo de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan.

De esta forma se comprueba el supuesto planteado para la investigación ya que mediante la aplicación del curso de lenguaje claro los sujetos de estudio obtuvieron el nivel necesario de la competencia de comunicación escrita para la redacción de documentos oficiales. Al contrastar los resultados de la evaluación diagnóstica con los resultados de la evaluación final se observó un incremento en los niveles de efectividad laboral.

Mediante el análisis de modelos de aprendizaje adaptativo presentados en estudios previos fue posible determinar los componentes del modelo propuesto, y de esta manera integrarlos de forma gráfica para cumplir con el objetivo de “Esquematizar y explicar los componentes del modelo de aprendizaje adaptativo de competencias laborales propuesto que incrementa la efectividad laboral de los Servidores Públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante el análisis de los resultados obtenidos”. Una investigación futura relacionada con este objetivo es la

propuesta de mejora a la estructura de este modelo, o bien, sugerir un modelo más efectivo.

El diseño, desarrollo y aplicación de los test diagnósticos permitió alcanzar el objetivo de “identificar y analizar las habilidades cognitivas necesarias para cubrir los perfiles, por medio objetos de aprendizaje establecidos en el curso de capacitación propuesto, permitiendo impactar el grado de efectividad laboral de los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan”. Dentro de las principales aportaciones de la investigación que se relacionan con este objetivo están:

- a) El establecimiento de una técnica de mapeo directo entre las habilidades cognitivas del modelo del aprendiz (MAP) y los tipos de objetos de aprendizaje, del modelo del objeto de aprendizaje (MOA) con lo que es posible conocer una manera pronta y expedita el perfil cognitivo del estudiante, y con apoyo del análisis ANOVA, los recursos de aprendizaje con los que mejor se desempeña;
- b) La propuesta de un método gráfico complementario al análisis ANOVA para que, a través de la interpretación gráfica de los valores de la media y la desviación estándar de los grupos de estudio, o, en otras palabras, de las curvas normales, sea posible conocer el nivel de entrega de un tipo de objeto de aprendizaje para un determinado grupo de estudio;
- c) La integración de un Sistema de Inferencia Difuso (FIS) desarrollado en Python, que se integra de forma transparente a la Plataforma de Aprendizaje Adaptativo; con las reglas gramaticales establecidas en el FIS se realiza la entrega de los objetos de aprendizaje, teniendo como entrada los niveles de habilidades cognitivas de los estudiantes;
- d) Una aportación importante es el desarrollo y aplicación del algoritmo de Asignación Secuencial, Priorizada, Intercalada y Recurrente para la asignación dinámica de objetos de aprendizaje (ASPIRADO) con el cual se pueden conformar las secuencias didácticas para la entrega de los objetos de aprendizaje a los estudiantes en entornos de aprendizaje adaptativo.

Dentro de las investigaciones futuras que parten de estas aportaciones, están:

a) El estudio de los estilos mixtos de aprendizaje partiendo del análisis de los niveles de habilidades cognitivas de los individuos, siendo el estilo mixto una combinación de estilos de aprendizaje;

b) Determinar si el estilo de aprendizaje o la composición de estilos de aprendizaje es estático o varía con el tiempo. En otras palabras y de acuerdo a los elementos presentados en este trabajo de investigación, si los individuos se desempeñan de formas distintas frente a los objetos de aprendizaje en momentos diferentes;

c) Optimización o propuesta alternas al algoritmo de Agotamiento Secuencial, Priorizado, Intercalado y Recurrente para la Asignación Dinámica de Objetos de Aprendizaje (ASPIRADO);

Para identificar y analizar los perfiles de puesto de los servidores públicos que laboran en el Ayuntamiento de Huixquilucan, mediante la comparación del desempeño laboral, permitiendo diseñar un modelo cercano a la realidad. se realizó en primera instancia una revisión de la información de los resultados de la encuesta de clima laboral, ya que en la base de que conforman esta información se incluye el perfil de puesto y el área de adscripción.

Dado que no existe un documento que contenga la descripción de puestos, a través de la observación estructurada se realizó una descripción empírica verificándose las inconsistencias. Esto permitió detectar las competencias requeridas por los servidores públicos del Ayuntamiento de Huixquilucan, definir el curso de Lenguaje Claro y conformar el Modelo de Objeto de Aprendizaje (MOA). Una posible investigación que se desprende de lo anterior es el desarrollo de un modelo que realice la detección dinámica de competencias laborales y que se integre como una entrada del modelo de aprendizaje adaptativo propuesto.

La construcción y revisión del estado del arte del aprendizaje adaptativo permitió analizar los métodos y técnicas de aprendizaje adaptativo existentes en los últimos 5 años y definir las características del modelo a diseñar. Con esto se logró integrar un modelo de aprendizaje adaptativo que emplea componentes utilizados en otras investigaciones, pero con funcionalidades innovadoras las cuales conformaron una plataforma de aprendizaje adaptativo desarrollada en su totalidad en lenguaje de programación Python.

Con esta plataforma se tuvieron ventajas técnicas con respecto a otros modelos, ya que las librerías destinadas a tareas de inteligencia artificial están codificadas con el mismo lenguaje logrando así una compatibilidad transparente entre los diferentes módulos de la Plataforma, y por ende una reducción en los tiempos de ejecución. Las futuras investigaciones en las que se puede ahondar en el manejo de la plataforma y su aplicación son:

- a) El uso de la Plataforma de Aprendizaje Adaptativo para investigaciones realizadas en el contexto académico y para otros estudios relacionados con el aprendizaje adaptativo;
- b) Mejoras a los componentes y elementos que integran la Plataforma;
- c) Propuestas de mejora a la técnica de adaptabilidad FIS, utilizada en el presente trabajo, o bien, la propuesta de una nueva técnica de adaptabilidad que resulte innovadora;
- d) La integración de secuencias didácticas a partir de objetos de aprendizaje que sean generados en sistemas de aprendizaje adaptativo que utilicen técnicas de adaptabilidad diferentes a los FIS.

A través del análisis de los conceptos relacionados con la efectividad laboral, y la aplicación de los cuestionarios diagnósticos de capacitación y efectividad se logró definir la efectividad laboral por medio de la revisión documental contrastándolo con las opiniones de los servidores públicos del ayuntamiento, para encontrar las áreas de oportunidad lograr un modelo eficiente. Lo anterior permitió describir cómo ha

sido la efectividad laboral de los servidores públicos, mediante el análisis de los informes anuales para determinar las áreas de mayor riesgo en los últimos cuatro años, en el Ayuntamiento de Huixquilucan.

De esta forma, se determinó que la efectividad laboral se define en términos de la eficiencia y la eficacia, lo cual permitió diseñar un esquema de cuantificación y evaluación de este indicador integrante de la variable dependiente. Esta cuantificación se utilizó para el diseño del proceso de clasificación de las preguntas que integran las evaluaciones de los alumnos de acuerdo a sus componentes cognitivos, en específico y para efectos del presente trabajo de investigación, en los componentes de memoria, concentración, percepción y razonamiento lógico.

Con la determinación de las áreas de mayor riesgo fue posible conformar la muestra de sujetos de estudio de la investigación, así como determinar que la competencia laboral de mayor criticidad para éstas áreas es la comunicación efectiva. Dos futuras investigaciones que se desprenden de los resultados de los objetivos relacionados con la efectividad laboral son:

- a) Análisis de textos mediante las técnicas de lenguaje natural con el fin de conocer sus componentes cognitivos, o bien, clasificarlos de acuerdo a los verbos establecidos en la Taxonomía de Bloom.
- b) Desarrollo de un sistema de recomendación para cursos enfocados a cubrir las competencias laborales más críticas dentro una organización

Con el modelo propuesto es posible lograr un mejor desempeño de los aprendices y mantener un interés sostenido en los materiales del curso presentados de forma secuencial. De esta manera, sin importar la temática, se incrementan los niveles de atención del estudiante lo que permite lograr altos niveles de desempeño y mejorar en sus habilidades cognitivas.

Referencias Bibliográficas

Referencias bibliográficas

- Alvarado, Y., Beltrán, M., Escobar, M., Espinosa, J., Gamboa, F., Gamboa, C. y Martínez, L. (2013). *Estado del arte sobre el concepto de trabajo cooperativo en el marco del desarrollo de habilidades de lenguaje con proyección social*. (Tesis de Especialidad). Universidad de San Buenaventura: Cali, Colombia.
- Alzantot, M, (2017, 8 de julio). Deep Reinforcement Learning Demystified (Episode 2) — Policy Iteration, Value Iteration and Q-learning. *Medium*. Recuperado de: <https://medium.com/@m.alzantot/deep-reinforcement-learning-demystified-episode-2-policy-iteration-value-iteration-and-q-978f9e89ddaa#:~:text=The%20value%20function%20represent%20how,agent%20picks%20actions%20to%20perform.> [24 de mayo de 2021]
- Argote-Cusi, M. (2018). El uso de lógica difusa en proyecciones de población: el caso de México. *Papeles de Población*. 95. 273-301.
<http://dx.doi.org/10.22185/24487147.2018.95.11>
- Azcorra-Novelo, V. y Gallardo-Córdova, K. (2022). Modelo de diseño de un instrumento para el aprendizaje y evaluación adaptativa de saberes algebraicos. *Texto libre*, 15, 1-17. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.37264>
- Balasubramanian, V. y Margret, S. (2018). Learning style detection based on cognitive skills to support adaptive learning environment – A reinforcement approach. *Ain Shams Engineering Journal*, núm. 9, pp. 895-907.
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.04.012>
- Battou, A. (2017). Designing an Adaptive Learning System Based on a Balanced Combination of Agile Learner Design and Learner Centered Approach. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)* vol. 37 (núm. 1), pp. 178-186.
https://www.asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/3519/1292

- Boeren, E. (2019). Quantitative Research in Research on the Education and Learning of Adults, en K. Evans & A. Brown (Eds.). *Mapping out the Research Field of Adult Education and Learning*. pp. 139-156. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10946-2>
- Bonet, I.; Salazar, S.; Rodríguez, A.; Grau, R.; y García, M. (2007, diciembre) Redes neuronales recurrentes para el análisis de secuencias. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 1(núm. 4), pp. 48-57. <https://www.redalyc.org/pdf/3783/378343634004.pdf>
- Bradac, V. y Walek, B. (2017). A comprehensive adaptive system for e-learning of foreign languages. *Expert Syst. Appl.* 90, 414–426 <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.019>
- Carrillo, S.; Tigre, F.; Tubón, E. y Sánchez, D. (2019, enero 31). Objetos Virtuales de Aprendizaje como estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje en la educación superior tecnológica. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, vol. 3 (núm.1), pp. 287-304. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7065194>
- Cedeño, N. (2012, agosto). La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. *Res Non Verba*, vol. 2 (núm. 2), pp. 7-36, Recuperado de: http://biblio.ecotec.edu.ec/revista/edicion2/revista_completa.pdf#page=18
- Cieza, J., Silva, J. y Silva, M. (2021). Gestión y desempeño laboral en trabajadores municipales. *Polo del Conocimiento*. 6 (2). 270-287 <https://polodelconocimiento.com/Fojs/Findex.php/Fes/Farticle/Fdownload/F2253/F4536&usg=AOvVaw3LdQKD5i7pivPV8cswyGTS>
- Curi-Montero, M. y Acuña-Lazaro, A. (2018). Diseño, análisis e implementación de un prototipo de control difuso para el seguimiento del punto de máxima potencia en celdas fotovoltaicas. (Tesis de Licenciatura). Universidad San Martín de Porres: Lima, Perú.

https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4178/curi_acuna.pdf

Diahsari, E. (2015). Analysis of Learning Styles on Several Types of Job. *The 1ST UMM International Conference on Pure and Applied Research*, núm. 2015-1, pp. 204-210. Recuperado de: <http://research-report.umm.ac.id/index.php/research-report/article/view/921/1129>

Duque, N., Ovalle, D. y Carrillo A. (2020, enero-abril). Sistema basado en reglas para la generación personalizada de curso virtual. *TecnoLógicas*, vol. 23(núm. 47). <https://doi.org/10.22430/22565337.1494>

Enciso, M., Costa, A. y Campo, J. (2013). Sistema de inferencia difuso para la inflación en Colombia. *Ensayos sobre política económica*. 31(71). <http://www.scielo.org.co/pdf/espe/v31n71/v31n71a5.pdf>

Ennouamani, S., & Mahani, Z. (2019). Towards Adaptive Learning Systems Based on Fuzzy-Logic. *Intelligent Computing*, 625–640. <https://doi.org/10.1109/ICTEE.2012.6208637>

Franco-López, J., Uribe, A. y Monsalve, J. (2019). El capital humano y estructural a través de lógica difusa 2. *Revista Lasallista de Investigación*. 16 (2). 160-170 <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v16n2/1794-4449-rlsi-16-02-160.pdf>

Gabriel-Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society*. vol. 8(núm. 2), pp. 155-156. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2_a08.pdf

García, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 20 (núm. 2), pp. 9-25 Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331453132001>

- Gómez Vargas, M.; Galeano Higueta, C. y Jaramillo Muñoz, D. A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, vol. 6 (núm. 2), pp. 423-442. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=497856275012>
- Hsieh, T.-C., Wang, T.-I., Su, C.-Y., Lee, M.-C (2012). A fuzzy logic-based personalized learning system for supporting adaptive english learning. *J. Educ. Technol. Soc.* 15, 273–288
- INAFED (2 de abril de 2020). La importancia de la profesionalización en el servicio público municipal. Portal del Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/inafed/articulos/la-importancia-de-la-profesionalizacion-en-el-servicio-publico-municipal>
- Jiménez, A. (2004). El estado del arte en la investigación en las ciencias sociales, en Universidad Pedagógica Nacional (Ed.). *La práctica investigativa en ciencias sociales*, pp. 28-42. Colombia: UPN
- Ke, Z. y Ng, V. (2019). Automated Essay Scoring: A Survey of the State of the Art. *Proceedings of the Twenty-Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-19)*. 6300-6308
<https://www.ijcai.org/proceedings/2019/0879.pdf>
- López-Calva, J. (2019, enero). Ética e investigación educativa: aproximación teórica para su comprensión desde la estructura dinámica del bien humano. *Revista colombiana de educación*. Recuperado de:
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/8129>
- Lwande, C., Muchemi, L., Oboko, R. (2021). Identifying learning styles and cognitive traits in a learning management system. *Heliyon* 7 (2021).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07701>
- Mathworks (2023). *Matlab, Fuzzy Logic Toolbox: User guide*. Mathworks.
https://la.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy_ug.pdf

- Mercado, D., Pedraza, L. y Martínez, E. (2015, julio-diciembre). Comparación de Redes Neuronales aplicadas a la predicción de Series de Tiempo, *PROSPECTIVA*, 13(2), 88-95.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250642011>
- Mehra, S. y Hasanuzzaman, M. (2020). *Detection of Offensive Language in Social Media Posts*. (Tesis de Maestría). Faculty of Engineering and Science - Cork Institute of Technology <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.23097.80485>
- Minitab Blog Editor (2019, 18 de abril). Comprensión del Análisis de Varianza (ANOVA) y la Prueba F. *El Blog de Minitab*.
<https://blog.minitab.com/es/comprencion-del-analisis-de-varianza-anova-y-la-prueba-f>
- Mohamed, F., Abdeslam, J. y Lahcen, E.B. (2017). Personalization of learning activities within a virtual environment for training based on fuzzy logic theory. *Mathematics in Natural Science*. 3. 12-17.
<https://doi.org/10.22436/mns.03.01.02>
- Molina, N. (2005, julio - diciembre). ¿Qué es el estado del arte? *Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular*, núm. 5, pp. 73-75
- Mota, C., Juárez, C., Olgún, J. (2018) Clasificación de manzanas utilizando visión artificial y redes neuronales artificiales. *Ingeniería y Región*. 20 (2018).
<https://doi.org/10.25054/22161325.1917>
- Pacherrez-Riva, J. y Marrufo-Fernández, G. (2020). Modelo de Gestión por Competencias para optimizar el desempeño laboral de los colaboradores de la Municipalidad Provincial de Rioja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 4(2), 1593-1622 https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.184p.
- Pacheco, E. y Blanco, M. (2002). En busca de la metodología mixta entre un estudio de corte cualitativo y el seguimiento de una cohorte en una encuesta retrospectiva. *Estudios demográficos y urbanos*, 17(3).

<https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1148>

Páramo, P. (2008). *La investigación en las ciencias sociales. Técnicas de recolección de información*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

Qodad, A.; Seghroucheni, Y.; Al Achhab, M.; El Yadari, M.; El Kenz, A. y Benyoussef, A. (2016). An Adaptive Learning System based on a Job Model, the Differentiated Instruction and Felder and Silverman's Learning Styles Model. *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)* <https://doi.org/10.1109/CIST.2016.7805100>

Quintanar-Casillas, R y Hernández-López, Ma. (2022). Modelos Tecnológicos de Aprendizaje Adaptativo Aplicados a la Educación. *Docentes 2.0*. 15(1). 41-58. <https://doi.org/10.37843/rted.v15i1.308>

Quintanar (2023). ASPIRADO: Propuesta de algoritmo para la integración de secuencias didácticas adaptativas. En EIDEC (Ed.), *La Investigación Educativa en los Diversos Entornos Económicos y Sociales* (pp. 36-58). <https://doi.org/10.34893/i7031-3923-6623->

Ramesh, D. y Sanampudi, S. (2022). An automated essay scoring systems: a systematic literature review. *Artificial Intelligence Review*, 55. 2495–2527 <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10068-2>

Reglamento Orgánico de la Administración Pública Municipal de Huixquilucan [ROM]. 2022, 13 de enero. Gaceta del H. Ayuntamiento Municipal de Huixquilucan, núm. 2, año 2, sección I, del 13 de enero de 2022.

Rojas, M., Jaimes, L., Valencia, M. (2018). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista Espacios*. 39 (6) <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p11.pdf>

- Rosales, D. (2020). Sistema difuso Takagi-Sugeno para monitoreo de humedad y temperatura de cultivos de plátano. [Tesis de Maestría]. Instituto Tecnológico de Colima.
- Rothman, D. (2018). *Artificial Intelligence by example*. Birmingham: Packt Publishing.
- Salas, I. y Flores, L. (2017). Aplicación de conjuntos difusos para crear índices multidimensionales. Una aproximación para cuantificar la calidad del empleo. *Acta Universitaria* 27 (2). <https://doi.org/10.15174/au.2017.1183>
- Salim, N., Haron, N. (2006). The construction of fuzzy set and fuzzy rule for mixed approach in adaptive hypermedia learning system. In: Pan, Z., Aylett, R., Diener, H., Jin, X., Göbel, S., and Li, L. (eds.) *Technologies for e-Learning and Digital Entertainment*. pp. 183–187. Springer, Heidelberg
- Sharma, S. (2022). *Foundations of Data Science*. Great Learning <https://olympus.mygreatlearning.com/courses/61235>
- Shawky, D. y Badawi, A. (2018). A Reinforcement Learning-Based Adaptive Learning System, en A. E. Hassanien et al. (Eds.). *International Conference on Advanced Machine Learning Technologies and Applications*, pp. 221-231. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74690-6_22
- Simaraura-Santoyo, S. (2021). El perfil del trabajador público y el perfil del puesto en la municipalidad distrital de Zurite –Anta-Cusco-2021. [Tesis de Maestría]. Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94536/Simaraura_SS-SD.pdf
- Singh, H., Gupta, M., Meitzler, T., Hou, Z., Garg, K., Solo, A., Zadeh, L. (2013). *Real-Life Applications of Fuzzy Logic*. *Advances in Fuzzy Systems*. <https://www.hindawi.com/journals/afs/2013/581879/>

- Sokol, V.; Bronin, S.; Karnaukh, V. & Bilov, M. (2020, enero 17). Developing Adaptive Learning Management Application for Project Team in IT-Industry. *Bulletin of National Technical University "KHPI". Series: System Analysis, Control and Information Technologies*. vol. 1(núm. 3), 97-105. <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2020.01.17>
- Stanford NLP Group (2020). Stanza – A Python NLP Package for Many Human Languages. Stanford NLP Group. <https://stanfordnlp.github.io/stanza/>
- Sutton, R., Barto, A. (2017). *Reinforcement Learning: An Introduction*. The MIT Press. Boston: MA
- Tabares, V.; Duque, N. y Fabregat, R. (2020, enero-abril). Raim: *framework* para la inclusión adaptativa en entornos educativos para todos. *TecnoLógicas*, vol. 23(núm. 47), pp. 179-196. <https://doi.org/10.22430/22565337.1495>
- Vallejo, M. (2002). El diseño de investigación: una breve revisión metodológica. *Medigraphic*, vol. 72(núm. 1), pp. 8-12. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/archi/ac-2002/ac021b.pdf>
- Velandia, J. (2016). *Mejoras en habilidades cognitivas con el apoyo de un recurso educativo digital adaptativo*. (Tesis de Maestría). Universidad de la Sabana: Colombia. Recuperado de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/22992>
- Véliz, A., Madrigal, O., Correa, V. (2021). Aprendizaje adaptativo basado en Simuladores de Realidad Virtual. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(2) 138-157. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378367420008>
- Villavicencio, M. E., Rodríguez, M., González, G., Robles, J. y Valle, M. (2020). Declive cognitivo de atención y memoria en adultos mayores sanos. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 14 (1), 65 – 77. <https://cnps.cl/index.php/cnps/article/view/400/451>

Xie, H.; Chu, H.; Hwang, G. & Wang, Ch. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/ personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599>

Zamora, E. [Hackeando Tec] (2015, 14 de agosto). *Curso de Lógica Difusa* [Playlist]. Youtube. https://www.youtube.com/playlist?list=PLIylZGa1sAZoWAeT_tL7zCv3wi1ISrBa0

Anexo I

**Tablas de análisis
comparativo de los modelos
de aprendizaje adaptativo**

Tabla A.1. Matriz analítica de contenido - Comparativa de los estudios por su objeto y variables de estudio

No. De Estudio	Objeto de estudio	Variabes de estudio
1	Se estudia el bajo rendimiento académico de los estudiantes en el colegio IED de República Dominicana dada la no promoción y deserción escolar, lo cual se detectó mediante un test de diagnóstico en el que se verifican deficiencias en sus habilidades cognitivas. Por lo anterior, se est la influencia de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) en el fortalecimiento del desarrollo de las habilidades cognitivas que mejoren el pensamiento algorítmico apoyado en las técnicas enfocadas a la educación de un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA).	Independiente: Influencia de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA), apoyado en un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) Dependiente: Las habilidades cognitivas de los estudiantes para el mejoramiento del pensamiento algorítmico.
2	El aprendizaje personalizado es importante para que los usuarios mejoren sus resultados de aprendizaje en esquemas de e-learning, pero en desarrollos previos no se toma en cuenta las necesidades de las organizaciones y cuáles son las competencias requeridas para que el candidato a un empleo deba poseer. El artículo presenta un modelo que toma estas necesidades.	Independiente: Los estilos de aprendizaje tomando en cuenta la instrucción diferenciada basada en la Taxonomía de Bloom y el modelo de Felder y Silverman, y las competencias necesarias para ocupar el puesto Dependiente: La asignación de los objetos de aprendizaje a los candidatos
3	La mayoría de sistemas de aprendizaje adaptativos (SAA) están diseñados y desarrollados desde cero, sin aprovechar la experiencia de aplicaciones desarrolladas previamente, muchas veces porque éstas últimas no están debidamente documentadas. Otro hecho es que existen varios métodos de diseño de aprendizaje como <i>ADDIE</i> , <i>OULDI</i> , <i>Design thinking</i> , <i>Xproblem</i> , etc. Sin embargo, la mayoría de ellos no involucra a los estudiantes hasta el final del proyecto, lo que representa un obstáculo para la adaptación del contenido a las características de los estudiantes lo que conduce a la falta de motivación incluso al abandono. Se proponen el diseño de SAA con la metodología <i>Agile Learning Design</i> (diseño iterativo) que involucre al estudiante desde el inicio, es decir, con un enfoque <i>learner-centered</i> .	Independiente: Integración de los enfoques de diseño ágil (iterativo) y centrado en el estudiante. Dependientes: Efectividad de la enseñanza, la facilidad de aprendizaje, la motivación y la reducción de la tasa de deserción.
4	Se considera que en las investigaciones realizadas con anterioridad se toman en cuenta como característica principal del estudiante el nivel de conocimiento, sin tomar en cuenta sus capacidades meta-cognitivas y sus características más importantes. El estudio presenta un modelo que resuelva algunas de las carencias y desafíos en la concepción de sistemas de aprendizaje adaptativo.	Independiente: Aplicación del algoritmo <i>Q-learning</i> de Aprendizaje reforzado con la información del estudiante. Dependiente. Acciones realizadas por los estudiantes
5	La detección de estilos de aprendizaje basada en la capacidad del estudiante, la evaluación basada en habilidades mentales de procesamiento y la mejora del conocimiento no se ha abordado por completo en estudios previos. La investigación propone la creación de un modelo de reforzamiento para el ambiente de aprendizaje adaptativo basado en la Habilidad Cognitiva (HC) de los estudiantes.	Independiente: Detección dinámica del estilo de aprendizaje. Dependientes: Habilidades cognitivas de los estudiantes universitarios
6	La educación individualizada y personalizada en los estudiantes del Instituto Tecnológico Metropolitano de Colombia mediante un sistema adaptativo basado en reglas de producción.	Independiente: Sistema adaptativo basado en reglas de producción y atributos del estudiante. Dependiente: El desempeño académico de los estudiantes.
7	Un <i>framework</i> que permita, a través de un proceso de inclusión adaptativa, generar entornos educativos para todos.	Independiente: Aplicación del <i>framework</i> para la inclusión adaptativa en entornos educativos mediante el sistema RAIM Dependiente: Necesidades de adaptabilidad de Institución/Estudiantes.

Elaboración propia con base en la información de Velandia (2016); Qodad et al. (2016); Battou (2017); Shawky y Badawi (2018); Balasumbramanian y Margret (2018); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020).

Tabla A.2a. Matriz analítica de contenido - Comparativa sujetos de estudios y metodología empleada

No. De Estudio	Sujetos de estudio	Metodología empleada
1	Estudiantes con edades entre once y trece años de octavo grado de educación media	Es una investigación apoyada en la teoría constructivista-interaccionista con enfoque mixto, porque se utilizó un método de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para poder descubrir las categorías conceptuales y a la vez se utilizaron datos tabulados de tipo cuantitativo originados en las pruebas presentadas por los sujetos tanto la diagnóstica como la interacción con el REDA. El método general de la investigación es de tipo inductivo ya que del análisis de fenómenos particulares se llegar a generalización de procesos. En la intervención de aplicó un test de razonamiento lógico, un cuestionario ILS para detectar estilos de aprendizaje, interacción y observación visual de las técnicas utilizadas por el estudiante para resolver problemas con el REDA, y finalmente, un cuestionario de preguntas abiertas para recabar información sobre los aspectos fortalecidos del estudiante. Utiliza los módulos: pedagógico, del dominio y del estudiante
2	El modelo solo se presenta en forma de propuesta y no se realiza algún tipo de intervención	Se emplean el modelo de Felder y Silverman para realizar la clasificación de los candidatos. Se utiliza la instrucción diferenciada para clasificar a los empleados en cuanto a sus habilidades de pensamiento y definir los objetos de aprendizaje más apropiados. Se definen cinco modelos para relacionar el estilo de aprendizaje, las competencias requeridas y los objetos de aprendizaje necesarios. Estos modelos son: Modelo del Aprendiz, Modelo del Trabajo, Modelo instruccional, modelo de dominio, y el modelo de adaptación.
3	Estudiantes de la facultad de ciencias de la <i>Ibn Zohr University</i> en Marruecos	Se utiliza la combinación balanceada del diseño ágil de sistemas, es decir, de manera iterativa, con un diseño centrado en el estudiante para la concepción del sistema de aprendizaje adaptativo propuesto. El modelo ágil utiliza cuatro etapas: diseño, desarrollo, pruebas y evaluación. El aplicativo se compone de tres modelos: el modelo de dominio, el modelo del aprendiz y el modelo de adaptación. El modelo del aprendiz incluye información en dos dominios: datos independientes (DID) y datos dependientes (DDD).
4	Se simularon 10 estudiantes con características diferentes	El estudio es cuantitativo dado que presenta el número de acciones con recompensa positiva correlacionada con el número de iteraciones del algoritmo <i>Q-learning</i> . Se clasifica al estudiante en cinco categorías de factores: personales, sociales, cognitivos, estructurales y ambientales. Se establecen seis etapas del modelo: a) la obtención de datos de los individuos, b) identificar su estado actual, c) brindar una lista de acciones sugeridas de acuerdo al estado detectado, d) medir las recompensas, e) identificar el nuevo estado de los individuos y f) actualizar el estado-acción. Finalmente, se realiza la ejecución del algoritmo <i>Q-learning</i> simulando 10 individuos.
5	Se aplicó el modelo a 110 estudiantes de posgrado	Se propone un estudio cuantitativo que comprende tres modelos o fases: Modelo del Aprendiz, Modelo del Objeto del Aprendizaje y el Modelo de Adaptación. En el modelo del Aprendiz se utilizan las preguntas de opción múltiple, y la normalización para la clasificación de los individuos de acuerdo a su nivel de habilidades cognitivas (memoria, concentración, percepción y pensamiento lógico). En el modelo del objeto de aprendizaje, se realiza una encuesta de opinión para mapear las habilidades cognitivas con los objetos de aprendizaje, y ANOVA para determinar los objetos de aprendizaje influyentes para cada habilidad. Finalmente, en el modelo de adaptación se detecta el estilo de aprendizaje dinámicamente a través del aprendizaje por reforzamiento (algoritmos <i>Q-learning</i> o SARSA) y se asignan los objetos de aprendizaje mediante un sistema de inferencia difuso

Elaboración propia con base en la información de Velandia (2016); Qodad et al. (2016); Battou (2017); Shawky y Badawi (2018); Balasumbmanian y Margret (2018); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020).

Tabla A. 2b. Matriz analítica de contenido - Comparativa sujetos de estudios y metodología empleada

No. De Estudio	Sujetos de estudio	Metodología empleada
6	Estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia	Se utiliza la metodología <i>Design Science Research (DSR)</i> , cuyo principio fundamental es que el conocimiento, la comprensión de un problema y su solución se adquieren en la aplicación y construcción de un artefacto. Los pasos de esta metodología son: la identificación del problema; la conciencia del problema mediante la revisión sistémica la literatura; la identificación de los artefactos y configuración de las clases de problemas; la proposición de artefactos para la resolución de un problema específico; el proyecto del artefacto seleccionado; las conclusiones; y la comunicación del resultado. El diseño del sistema utiliza únicamente el Modelo del Estudiante. En lo que refiere a la detección de los estilos de aprendizaje se basa en los modelos VARK y de Felder-Silverman.
7	Estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia	El modelo general propuesto para el sistema adaptativo se integra por el Modelo del Estudiante que se basa en los modelos VARK y Felder-Silverman, y el Modelo de Dominio, los cuales convergen con el uso de Tecnologías para implementar la estrategia de adaptación. El esquema general del framework propuesto se integra por el Modelo de Adaptación y el Modelo de Aplicación. Ambos son modelos multidimensionales por capas que le brindan versatilidad. El modelo adaptativo tiene tres elementos que son el perfil del usuario, los componentes del sistema y la tecnología empleada. El modelo de aplicación considera: la visualización del material educativo, acceso y seguimiento del estudiante, creación del material educativo, etiquetado y almacenamiento del material educativo, y la búsqueda y recuperación del material educativo.

Elaboración propia con base en la información de Velandia (2016); Qodad et al. (2016); Battou (2017); Shawky y Badawi (2018); Balasumbmanian y Margret (2018); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020).

Tabla A. 3a. Matriz analítica de contenido - Comparativa de técnicas de IA, resultados y conclusiones

No. de Estudio	Técnicas de inteligencia artificial o adaptabilidad	Resultados obtenidos y conclusiones
1	<p>El REDA consta de una interfaz de usuario y tres módulos con funciones específicas: módulo pedagógico, el de dominio y el del estudiante. En el módulo del estudiante se carga de forma inicial el estilo de aprendizaje encontrado a partir del test de detección, en el módulo de dominio están los objetos de aprendizaje que son lanzados a la interfaz y en el módulo pedagógico se realiza el proceso de adaptabilidad basados en técnicas de inteligencia artificial a partir de procesos estadísticos de minería de datos. Técnicas de IA: arboles de decisiones, redes neurales, regresión lineal, vectores de agrupamiento, reglas de asociación y algoritmos genéticos.</p>	<p>Se evidencia que hubo cambios significativos en fortalecimiento de las habilidades cognitivas básicas de los estudiantes de octavo grado del IED República Dominicana. Fue evidente la utilización de mejores técnicas por parte de los estudiantes mientras desarrollaban las pruebas propuestas en los juegos gracias a las ayudas adaptativas que se le suministraron para la superación de las mismas. Se evidencia como la adaptabilidad del recurso representada en las ayudas fue la que apoyo las mejoras de los estudiantes en los porcentajes indicados, evidenciando que esta tecnología de la adaptabilidad de los recursos educativos si fortalece la capacidad de razonamiento lógico de los estudiantes.</p>
2	<p>No se mencionan técnicas de inteligencia artificial para el Modelo de Adaptación, pero se propone una formula en la que los objetos de aprendizaje a asignar sea el resultado de los objetos de aprendizaje requeridos menos los objetos de aprendizaje adquiridos.</p>	<p>Un modelo que define una ruta de aprendizaje que permita al candidato tener las competencias necesaria para el puesto a ocupar. El modelo asegura las conexiones entre el sistema educativo-adaptativo y las necesidades de la empresa</p>
3	<p>La adaptación se reparte entre el modelo del aprendiz y el modelo de adaptación. Se utilizan dos tipos diferentes de técnicas para implementar el modelo del aprendiz: basadas en el conocimiento y basadas en el comportamiento.</p> <p>La adaptación basada en el conocimiento suele ser el resultado de los datos recopilados a través de cuestionarios y estudios de los estudiantes con el propósito de producir información heurística inicial. La adaptación basada en el comportamiento se logra a través de la monetización del estudiante durante el uso de los recursos del sistema, algo parecido al aprendizaje con reforzamiento.</p>	<p>El método ágil permite modificar, evolucionar y replantear el diseño de acuerdo con las necesidades de los estudiantes que surjan durante el desarrollo. En términos de aplicabilidad del método, los resultados preliminares indican que el método es útil y fácil de usar. Con el enfoque centrado en el estudiante se establece un mayor contacto humano entre el desarrollador y el aprendiz, involucrándolo en las diferentes fases de desarrollo del sistema. A través de una encuesta de opinión, los estudiantes aceptaron el nuevo modelo de enseñanza y expresaron su satisfacción con la nueva experiencia de aprendizaje.</p>
4	<p>Aprendizaje Reforzado (Algoritmo <i>Q-learning</i>) con la información del estudiante, clasificada en cinco categorías de factores: personales, sociales, cognitivos, estructurales y ambientales</p>	<p>A un mayor número de iteraciones del algoritmo se obtuvo un mayor número de acciones con recompensa positiva. Al investigar la historia de <i>state-action-reward</i> para cada estudiante, el sistema podrá proponer inteligentemente el mejor entorno de aprendizaje para cada estudiante. El enfoque propuesto puede ayudar a los estudiantes adaptando el material de aprendizaje a sus necesidades.</p>
5	<p>El modelo de adaptación sugiere la utilización del algoritmo <i>Q-learning</i> o del algoritmo SARSA para la asignación dinámica de objetos de aprendizaje</p>	<p>El estudio correlacionó las habilidades cognitivas con el estilo de aprendizaje para la mejora del conocimiento y, por lo tanto, se demostró que la detección del estilo de aprendizaje basada en la habilidad cognitiva sirve como una metodología favorable para la mejora del conocimiento.</p>

Elaboración propia con base en la información de Velandia (2016); Qodad et al. (2016); Battou (2017); Shawky y Badawi (2018); Balasumbramanian y Margret (2018); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020).

Tabla A.3b. Matriz analítica de contenido - Comparativa de técnicas de IA, resultados y conclusiones

No. de Estudio	Técnicas de inteligencia artificial o adaptabilidad	Resultados obtenidos y conclusiones
6	Se utiliza un sistema basado en reglas, similar a un sistema experto en el que dependiendo del estilo de aprendizaje del estudiante se entrega el contenido.	Se identifica la importancia que tiene un modelo de usuario, específicamente, del estudiante, que abarque los aspectos que representen las características de mayor influencia en el proceso educativo. Para que la adaptación sea permanente, se requiere que los cambios en el estudiante y en el ambiente o las preferencias sean reconocidas e incorporadas para los procesos de generación y replanificación de los cursos. Debe existir una cooperación interdisciplinaria entre las tecnologías de la información y las ciencias humanas.
7	Se desarrolló una plataforma tecnológica denominada "raim" que integra herramientas para la creación, etiquetado, almacenamiento, publicación, búsqueda, recuperación y adaptación de recursos educativos. Se ofrece un modelo abierto al uso de cualquier técnica de adaptabilidad siempre y cuando utilice un estándar de metadatos como tipo de presentación (auditiva, textual, visual, etc.), tipo de interacción (teclado, mouse, reconocimiento de voz, etc.) y tipo de adaptación (alternativas textuales, alternativas auditivas, lenguaje de señas, subtítulos, etc.).	El modelo propuesto puede ser implementado bajo diferentes enfoques, características y tecnologías, mientras que se guarde la coherencia entre los diferentes elementos que lo componen

Elaboración propia con base en la información de Velandia (2016); Qodad et al. (2016); Battou (2017); Shawky y Badawi (2018); Balasumbramanian y Margret (2018); Duque, Ovalle y Carrillo (2020); y Tabares, Duque y Fabregat (2020).

Anexo II

**Cuestionarios de
diagnóstico inicial**

Instrumento de investigación A “Cuestionario de Diagnóstico Inicial (Capacitación)”

Instrucciones: Responda las preguntas:

1. Elija una respuesta para las preguntas de selección u opción múltiple, hay preguntas en las que puede seleccionar más de una opción
2. En el caso de preguntas abiertas escriba la respuesta
3. Se sugiere verificar las respuestas antes de enviarlas
4. El cuestionario es personal

Aviso de Privacidad: El H. Ayuntamiento Constitucional de Huixquilucan, con domicilio en Nicolás Bravo, sin número, Huixquilucan de Degollado, Estado de México. C.P. 52760, es responsable de los datos personales que proporcione el titular de los mismos, los cuales serán protegidos conforme a lo dispuesto por la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados del Estado de México y Municipios, la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, y demás normatividad que resulte aplicable. Los datos personales proporcionados serán tratados por la Dirección General de Administración con la finalidad programar acciones de capacitación futuras.

1. Proporcione por favor su rango de edad
 - 18 – 27
 - 28 – 37
 - 38 – 47
 - Más de 48 años
2. Por favor proporcione su nivel de estudio
 - Primaria
 - Secundaria
 - Medio Superior (preparatoria, estudios técnicos)
 - Superior (Licenciatura, Ingeniería)
 - Posgrado (Maestría o Doctorado)
3. ¿Cuántos años tiene trabajando en el puesto que actualmente ocupa?
 - Menos de un año
 - De 1 a 3 años
 - De 4 a 6 años
 - Más de 7 años
4. ¿Ha recibido capacitación en los últimos cuatro años?
 - Si
 - No
5. De ser “Si” su respuesta anterior, sobre que temática ha sido la capacitación
 - Derechos Humanos
 - Aspectos jurídicos o legales
 - Temas relacionados con el trabajo que realiza
 - Funciones que desempeña en su área
 - Trabajo que realizan en otras áreas del Ayuntamiento
 - Ninguna de las anteriores
6. ¿Cuántos cursos de capacitación ha recibido en el último año?
 - De 1 a 3
 - De 4 a 6
 - De 7 a 10

- Más de 10
 - Ninguno
7. ¿En qué área trabaja?
- Secretaría del Ayuntamiento.
 - Tesorería Municipal.
 - Contraloría Interna Municipal.
 - Dirección General de Administración.
 - Dirección General de Desarrollo Económico Y Empresarial.
 - Oficina de la Presidencia.
 - Secretaría Técnica Municipal.
 - Dirección General de Mensaje Imagen Institucional.
 - Dirección General de Desarrollo Agropecuario Forestal
 - Dirección General de Desarrollo Urbano Sustentable.
 - Dirección General de Ecología y Medio Ambiente.
 - Dirección General de Servicios Públicos y Urbanos
 - Dirección General de Infraestructura y Edificación
 - Dirección General de Desarrollo Social.
 - Dirección General de Seguridad Pública y Vialidad.
 - Agencia Municipal de Energía.
8. ¿La capacitación que ha recibido en estos cuatro años ha sido en línea o presencial?
- En línea
 - Presencial
 - No he recibido capacitación
9. ¿Considera usted necesario que debe recibir capacitación sobre las labores que realiza?
- Si
 - No
10. ¿Si usted recibe un curso de capacitación como lo prefiere?
- En línea
 - Presencial
 - Mixto (en línea y presencial)
11. Cuando toma un curso ¿Qué tipo de actividades le gusta realizar más?
- Leer textos
 - Leer un texto y después contestar pregunta ya sean abiertas o cerradas
 - Ver gráficos, imágenes e infografías
 - Ver videos
 - Escuchar audios del curso o lo que el instructor menciona
 - Ver animaciones o videos en la computadora en lo que le aparecen preguntas a responder
 - Juego a través de la computadora
 - Ver un diagrama que resuma todo el curso
12. De las siguientes habilidades ¿en cuál se considera mejor?
- Tengo buena memoria
 - Identifico objetos fácil y rápidamente en videos e imágenes
 - Me concentro fácilmente sin importar que haya ruido o distractores a mi alrededor
 - Resuelvo fácilmente problemas matemáticos

Instrumento de investigación B “Cuestionario de Diagnóstico inicial (Efectividad)”

Instrucciones. Responda las preguntas:

1. Elija una respuesta de las opciones dadas
2. Se sugiere verificar las respuestas antes de enviarlas
3. El cuestionario es personal

Aviso de Privacidad: El H. Ayuntamiento Constitucional de Huixquilucan, con domicilio en Nicolás Bravo, sin número, Huixquilucan de Degollado, Estado de México. C.P. 52760, es responsable de los datos personales que proporcione el titular de los mismos, los cuales serán protegidos conforme a lo dispuesto por la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados del Estado de México y Municipios, la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, y demás normatividad que resulte aplicable. Los datos personales proporcionados serán tratados por la Dirección General de Administración con la finalidad programar acciones de capacitación futuras.

1. Proporcione por favor su rango de edad
 - 18 – 27
 - 28 – 37
 - 38 – 47
 - Más de 48 años
2. Por favor proporcione su nivel de estudio
 - Primaria
 - Secundaria
 - Medio Superior (preparatoria, estudios técnicos)
 - Superior (Licenciatura, Ingeniería)
 - Posgrado (Maestría o Doctorado)
3. ¿En qué área trabaja?
 - Secretaría del Ayuntamiento.
 - Tesorería Municipal.
 - Contraloría Interna Municipal.
 - Dirección General de Administración.
 - Dirección General de Desarrollo Económico Y Empresarial.
 - Oficina de la Presidencia.
 - Secretaría Técnica Municipal.
 - Dirección General de Mensaje Imagen Institucional.
 - Dirección General de Desarrollo Agropecuario Forestal
 - Dirección General de Desarrollo Urbano Sustentable.
 - Dirección General de Ecología y Medio Ambiente.
 - Dirección General de Servicios Públicos y Urbanos
 - Dirección General de Infraestructura y Edificación
 - Dirección General de Desarrollo Social.
 - Dirección General de Seguridad Pública y Vialidad.
 - Agencia Municipal de Energía.
4. Comprende usted las tareas, los procedimientos y las actividades del trabajo que tiene encomendadas
 - Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral

- De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
5. Considera usted que el trabajo lo realiza con precisión, acierto y esmero sin necesidad de volver a ejecutar una tarea
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
6. Usted realiza las tareas que le son encomendadas en tiempo y forma
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
7. Usted cuenta con todos los recursos necesarios para realizar su trabajo
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
8. En su área se hace un uso eficiente de los recursos destinados a las labores (hojas de papel, impresiones, equipo de cómputo, etc.)
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
9. Usted se desempeña de forma eficiente bajo situaciones de presión y frente a tareas difíciles
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
10. Considera usted que en su área se trabaja de forma efectiva, es decir de forma eficaz y eficiente
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
11. Usted desempeña su trabajo de forma eficiente y eficaz
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral

- De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
12. Usted se adapta fácilmente a los cambios
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
13. Usted cuenta con las habilidades y destrezas para desempeñar sus labores adecuadamente
- Totalmente en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Neutral
 - De acuerdo
 - Totalmente de acuerdo

Formato de evaluación del desempeño 270°

Instrucciones:

1.- El evaluador deberá ser el jefe inmediato que haya supervisado al servidor o servidora pública en sus labores por lo menos durante los últimos 6 meses, en caso de que él o la servidora no tenga 6 meses en sus funciones se indicarán los meses evaluados en el apartado "Comentarios del Evaluador". Si el jefe inmediato no cumple con el requisito de 6 meses al mando de las y los

servidores públicos que debe evaluar esta responsabilidad recaerá sobre la subdirección del área.

2.-Se evalúan dos periodos al año, el primer periodo comprende desde el inicio del mes de enero hasta el final del mes de junio, mientras que el segundo periodo inicia con el mes de julio y finaliza con el mes de diciembre.

3.- La evaluación consiste en calificar el desempeño total del servidor o servidora pública, en áreas y categorías indicadas en este formato usando la escala establecida.

4.- La evaluación será imparcial, evaluando el periodo integral y no los últimos eventos.

Escala (de Likert):

Necesita Mejorar	Cubre algunas expectativas	Cubre la mayoría de las expectativas	Cubre todas las expectativas	Cubre y excede las expectativas
1	2	3	4	5

Principio del formulario

Periodo evaluado: Primer periodo 2019

Número de cobro: _____

Plaza: _____

Nombre del servidor público: _____

Categoría: _____

Conoce las funciones del empleado: SI ___ NO ___

		Valor de escala				
Conocimiento del trabajo						
1.	Comprensión de las tareas, de los procedimientos y técnicas de trabajo	1	2	3	4	5
2.	Muestra habilidades y destrezas para desempeñar sus labores adecuadamente	1	2	3	4	5
3.	Se muestra flexible y adaptable a los cambios	1	2	3	4	5
4.	Sigue las normas, procedimientos e instructivos de trabajo del área.	1	2	3	4	5
Productividad						
1.	Eficiencia y eficacia en el desempeño de sus funciones y/o actividades.	1	2	3	4	5
2.	Entrega oportuna de la tarea asignada	1	2	3	4	5
3.	Se desempeña de forma eficiente bajo situaciones de presión.	1	2	3	4	5
4.	Cuenta con iniciativa propia para desempeñar sus funciones sin supervisión.	1	2	3	4	5
Organización						
1.	Se observa precisión, acierto y esmero en los resultados de los trabajos que presenta.	1	2	3	4	5
2.	Hace una distribución efectiva del tiempo y selecciona las tareas estableciendo prioridades acordes a las mismas.	1	2	3	4	5
3.	Es capaz de proveer información expedita.	1	2	3	4	5
Responsabilidad, confidencialidad, y actitud hacia el trabajo y compañeros						
1.	Se puede confiar en él (ella) a la hora de asignarle alguna actividad.	1	2	3	4	5
2.	Es una persona discreta en cuanto a los asuntos que se tratan al interior de la dependencia/unidad administrativa.	1	2	3	4	5
3.	Normalmente cumple con lo que se le indica y muestra interés por aprender más.	1	2	3	4	5
Comentarios						
Comentarios del evaluador: _____						
Comentarios sobre el servidor o servidora pública: _____						

Anexo II

**Test de
Habilidades Cognitivas**

A través de la aplicación “Huixquieduca” se aplicaron los *test* o pruebas de Habilidades Cognitivas. Para acceder al sistema se debe contar con usuario y contraseña:

Una vez dentro del sistema se muestra el módulo de “Test de Habilidades Cognitivas” en el cual aparecen enlistados los test y las simulaciones. Desde esta pantalla es posible acceder a los test de forma individual.

Módulos

[Test de Habilidades Cognitivas](#)

Tests

[HC4 - Razonamiento Lógico](#)

[HC2 - Concentración](#)

[HC3 - Percepción](#)

[HC1 - Memoria](#)

Simulaciones

[Estructura de un oficio](#)

A continuación, se detallan las preguntas realizadas a los sujetos de estudio por cada habilidad cognitiva.

TEST para determinar el nivel de habilidad cognitiva del sujeto de estudio:

Memoria

Instrucciones: A continuación, se ofrecen una serie de figuras y textos. Memorice el mayor número de elementos posibles y conteste las preguntas. ¡Apresúrese! Tiene el tiempo limitado

Observe detenidamente la siguiente imagen y trate de memorizar el mayor número de elementos



Ahora responde las siguientes preguntas

1. En la figura se muestran los pasos del lenguaje claro. ¿Cuántos pasos son?
 - a) 5
 - b) 7
 - c) 9
 - d) 10
 - e) 8
 - f) 6
2. ¿Cuál es el primer paso en el lenguaje claro?
 - a) Estructura
 - b) Añadir imágenes
 - c) Ser interactivo
 - d) Revisar
 - e) Integrar audio y video
 - f) Planificar

3. ¿Cuál es el tercer paso del lenguaje claro?
- a) Planifica
 - b) Escribe
 - c) Añade imágenes
 - d) Integra audio y video
 - e) Diseña
 - f) Revisa
4. ¿Cuál es el último paso en la metodología del lenguaje claro?
- a) Planifica
 - b) Escribe
 - c) Añade imágenes
 - d) Revisa
 - e) Diseña
 - f) Se interactivo

AUDIO 

“El lenguaje claro es necesario por tres principales razones: la primera es que los ciudadanos necesitan entender a su gobierno para ejercer sus derechos y cumplir con sus obligaciones sin complicaciones y sin ayuda de intermediarios; la segunda es que los servidores públicos necesitan documentos que reduzcan errores y aclaraciones; finalmente la tercera, es que la información pública gubernamental y la que manejan las instituciones públicas en el día a día no tiene un beneficio real si no es comprensible y transparente”

1. Una de las razones por las que es necesario el lenguaje claro es:
- a) Permite tener todo bajo control
 - b) Para que todos nos entendamos
 - c) Los ciudadanos necesitan entender a su gobierno para ejercer sus derechos y cumplir con sus obligaciones, sin complicaciones y sin ayuda de intermediarios
 - d) Los servidores públicos necesitan documentos que no entiendan
 - e) La información pública gubernamental y la que manejan las instituciones públicas siempre es clara sin importar como se escriba
 - f) El gobierno necesita entender a sus ciudadanos para ejercer sus derechos y cumplir con sus obligaciones, sin complicaciones y sin ayuda de intermediarios
2. Otra razón por las que es necesario el lenguaje claro es
- a) El gobierno necesita entender a sus ciudadanos para ejercer sus derechos y cumplir con sus obligaciones, sin complicaciones y sin ayuda de intermediarios
 - b) Los servidores públicos necesitan documentos que no entiendan
 - c) Para que todos nos entendamos
 - d) Permite tener todo bajo control
 - e) Los servidores públicos necesitan documentos que reduzcan errores y aclaraciones
 - f) La información pública gubernamental y la que manejan las instituciones públicas siempre es clara sin importar como se escriba

3. ¿Cuántas son las principales razones por las que es necesario el lenguaje claro?
- a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5
 - f) 6
4. El lenguaje claro es necesario por la siguiente razón:
- a) Permite tener todo bajo control
 - b) Para que todos nos entendamos
 - c) La información pública gubernamental y la que manejan las instituciones públicas en el día a día no tiene un beneficio real, si no es comprensible y transparente
 - d) Los servidores públicos necesitan documentos que no entiendan
 - e) La información pública gubernamental y la que manejan las instituciones públicas siempre es clara sin importar como se escriba
 - f) El gobierno necesita entender a sus ciudadanos para ejercer sus derechos y cumplir con sus obligaciones, sin complicaciones y sin ayuda de intermediarios

Observe el siguiente listado que corresponde a la Rancherías de Huixquilucan:

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 01.- Agua Bendita | 08.- La Glorieta |
| 02.- Agua Blanca | 09.- Llano Grande |
| 03.- El Cerrito | 10.- Piedra Grande |
| 04.- El Guarda | 11.- San Jacinto |
| 05.- El Laurel | 12.- San José Huiloteapan |
| 06.- El Plan | 13.- San Ramón |
| 07.- La Cañada | |

Ahora conteste las siguientes preguntas (una vez dando clic en "Siguiente" ya no podrá regresar)

1. ¿Cuántas localidades son las que aparecen enumeradas?
- a) 11
 - b) 12
 - c) 13
 - d) 14
 - e) 10
 - f) 9
2. ¿La ranchería número 07 es?
- a) La Glorieta
 - b) El Laurel
 - c) El Cerrito

- d) San Ramón
- e) La Cañada
- f) San Jacinto

3. ¿Cuál es la última localidad que aparece en el listado?:
- a) San Jacinto
 - b) San Ramón
 - c) El Cerrito
 - d) El Guarda
 - e) Llano Grande
 - f) Piedra Grande
4. Las primeras dos localidades de Huixquilucan que aparecen en el listado son:
- a) La Cañada y La Glorieta
 - b) El Laurel y El Plan
 - c) San Ramón y San Jacinto
 - d) Agua Bendita y Agua Blanca
 - e) Llano Grande y Piedra Grande
 - f) El Cerrito y El Guarda

Observe el siguiente video ***** **VIDEO** *****

Ahora conteste las siguientes preguntas

1. ¿De qué trata el video?:
- a) Cómo usar Excel
 - b) Cómo usar Word
 - c) Las localidades de Huixquilucan
 - d) El lenguaje claro
 - e) Transparencia Pública
 - f) Las partes de un oficio
2. De acuerdo al video, ¿Cuántas partes tiene un oficio?
- a) 7
 - b) 8
 - c) 9
 - d) 10
 - e) 11
 - f) 12
3. El primer elemento que se menciona de las partes de un oficio es:
- a) Asunto
 - b) Fecha
 - c) Número de oficio
 - d) Despedida
 - e) Membrete
 - f) Firma
4. ¿En qué elemento se da a conocer el mensaje de la comunicación?:

- a) Asunto
- b) Cuerpo o Texto
- c) Despedida
- d) Membrete
- e) Lugar y fecha
- f) Numeración

TEST para determinar el nivel de habilidad cognitiva del sujeto de estudio:

Concentración

Instrucciones: Indica la respuesta correcta

1. Lea el texto detenidamente. En una segunda lectura determine ¿cuántas palabras contiene el sexto párrafo?
 - a) 8
 - b) 9
 - c) 10
 - d) 11
 - e) 12
 - f) 13

Las partes de un oficio son las siguientes:

Lugar y fecha. Inicia incluyendo esta información para que quede claro el lugar de expedición y la fecha (mes, día y año).

Número de oficio. Se compone de las siglas de la oficina que lo elabora, el número consecutivo y el año en curso.

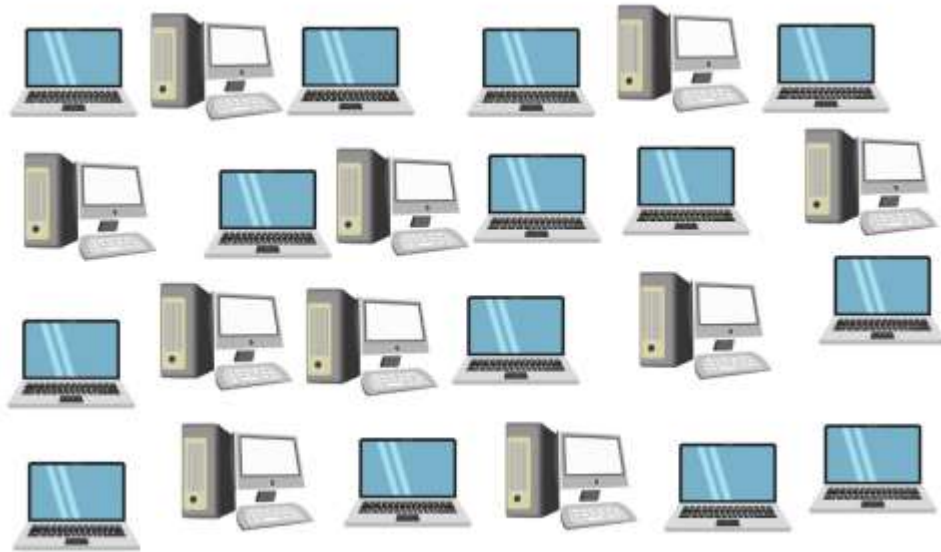
Destinatario. Lo ideal es que no ocupe más de cuatro líneas en el documento. Se sugiere incluir: nombre completo y cargo. Antes del nombre se abrevia generalmente el grado académico.

Asunto y resumen. En algunas ocasiones se especifica el asunto que trata el documento y seguido por dos puntos un resumen con el que se explica el contenido del oficio.

Cuerpo. Se puede comenzar con un saludo, pero por lo general empieza estableciendo el contexto ("En relación a", "De acuerdo a", "Con base en", "Me refiero a", etc.), seguido de la solicitud o asunto del oficio "comunico a usted", "solcito atentamente", "informo a usted", "hago de su conocimiento". En un párrafo aparte se puede incluir información adicional u omisa en el primer párrafo con la frase "No omito...".

Despedida: Finalmente, en un último párrafo se agrega una despedida cordial Recuerda hacerlo de manera cortés para que la relación se mantenga en buenos términos: "Sin más por el momento, quedo de usted", "Sin otro particular, quedo atento a su amable respuesta", "Saludos cordiales", etc. Lo anterior seguido de un ATENTAMENTE y el nombre (por lo general, iniciando por el grado de estudios abreviado) y el puesto del remitente. Si es posible usar un sello con el logo de la institución, será mucho mejor por la validez que le da al documento.

2. ¿Cuántas computadoras de escritorio y cuántas laptops hay?



- a) 11 de escritorio y 10 laptops
- b) 10 de escritorio y 10 laptops
- c) 14 de escritorio y 10 laptops
- d) 10 de escritorio y 14 laptops
- e) 14 laptops y 14 de escritorio
- f) 10 laptops y 10 de escritorio

3. Escuche el audio e indique qué frase es verdadera

AUDIO 

“Lo primero es que la circular es un texto que se utiliza en diiferentes lugares tales como empresas,escuelas, oficinas pública, instituciones, oficinas preivadas, entre otras. Es de caracter normativo e informativo.”

- a) La circular se utiliza en empresas, escuelas, oficinas locales, instituciones, oficinas privadas, entre otros. Es de carácter normativo e informativo
- b) La circular se utiliza en empresas, escuelas, oficinas locales, instituciones, oficinas privadas, entre otros. Es de carácter no normativo e informativo
- c) La circular se utiliza en empresas, escuelas, oficinas públicas, instituciones, oficinas privadas, entre otros. Es de carácter normativo e informativo
- d) La circular se utiliza en empresas, escuelas, oficinas públicas, instituciones, oficinas privadas, entre otros. Es de carácter no normativo e informativo
- e) La circular se utiliza en empresas, escuelas, oficinas públicas, instituciones, oficinas locales, entre otros. Es de carácter normativo e informativo
- f) La circular se utiliza en empresas, escuelas, oficinas públicas, instituciones, oficinas locales, entre otros. Es de carácter no normativo e informativo

4. Escuche el audio e indique qué frase es verdadera

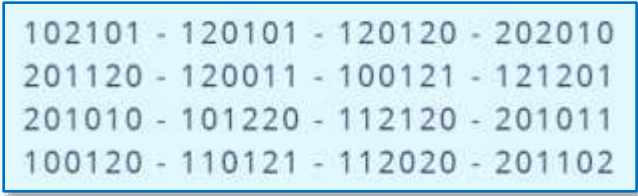
AUDIO 

“Las partes de la circular son las siguientes: número uno, el nombre, se escribe en mayúscula y centralizado; número dos, el número del documento, esto va a depender de la cantidad de veces que se ha enviado una circular, se coloca justo al lado de la palabra circular; número tres, fecha, aquí se colócala la fecha en la que fue redactado este documento, número cuatro, destinatario, normalmente la circular va dirigida a muchas personas al mismo tiempo pero puede que en ocasiones vaya dirigida un area especifica de la institución, como Recursos Humanos, area de caja, almacén, entre otras. Número cinco, asunto, generalmente se escriben cuatro palabras , y aqui se resume lo que va a tratar el comunicado; número seis, texto o cuerpo, en esta parte se escribe la información o la noticia que se quiere comunicar, esta es la parte céntrica denla circular pues aquí se coloca el mensaje, número siete, despedida, se suele escribir una breve palabra de cortesía cómo atentamente o cordialmente; y número ocho aquí la persona que envía la circular coloca su nombre y el cargo que ocupa en la empresa”

- a) Nombre
- b) Fecha
- c) Número de documento
- d) Destinatario
- e) Asunto
- f) Texto o cuerpo

5. Del 1 al 16, de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo, ¿en qué posición está el número que es igual a **112120**?

- a) 10
- b) 11
- c) 12
- d) 13
- e) 14
- f) 15



102101 - 120101 - 120120 - 202010
201120 - 120011 - 100121 - 121201
201010 - 101220 - 112120 - 201011
100120 - 110121 - 112020 - 201102

6. VIDEO: ¿Cuántas veces se mueve el círculo?

- a) 15
- b) 16
- c) 17
- d) 18
- e) 19
- f) 20

7. VIDEO: Observe el video y de acuerdo a lo que se menciona determine cuál de las siguientes frases es verdad

- a) El oficio es un texto que permite formalizar la comunicación entre personas físicas fuera de una organización
- b) El oficio es evidencia de la acción que se esté realizando
- c) La redacción de un oficio es muy compleja
- d) Un oficio debe tener estructura en una sola cuartilla
- e) Un oficio siempre debe estar en una hoja tamaño oficio
- f) Con los elementos del oficio el mensaje no puede ser comprendido por el enunciante

TEST para determinar el nivel de habilidad cognitiva del sujeto de estudio:

Percepción

Instrucciones: Indica la respuesta correcta

VIDEO: Observe detenidamente el video. ¿Cuál es el objeto que no cambia?

- a) Florero en la mesa
- b) Cuadro en la pared
- c) Oso disecado
- d) Casco de policía
- e) Rodillo
- f) Hombre en el suelo

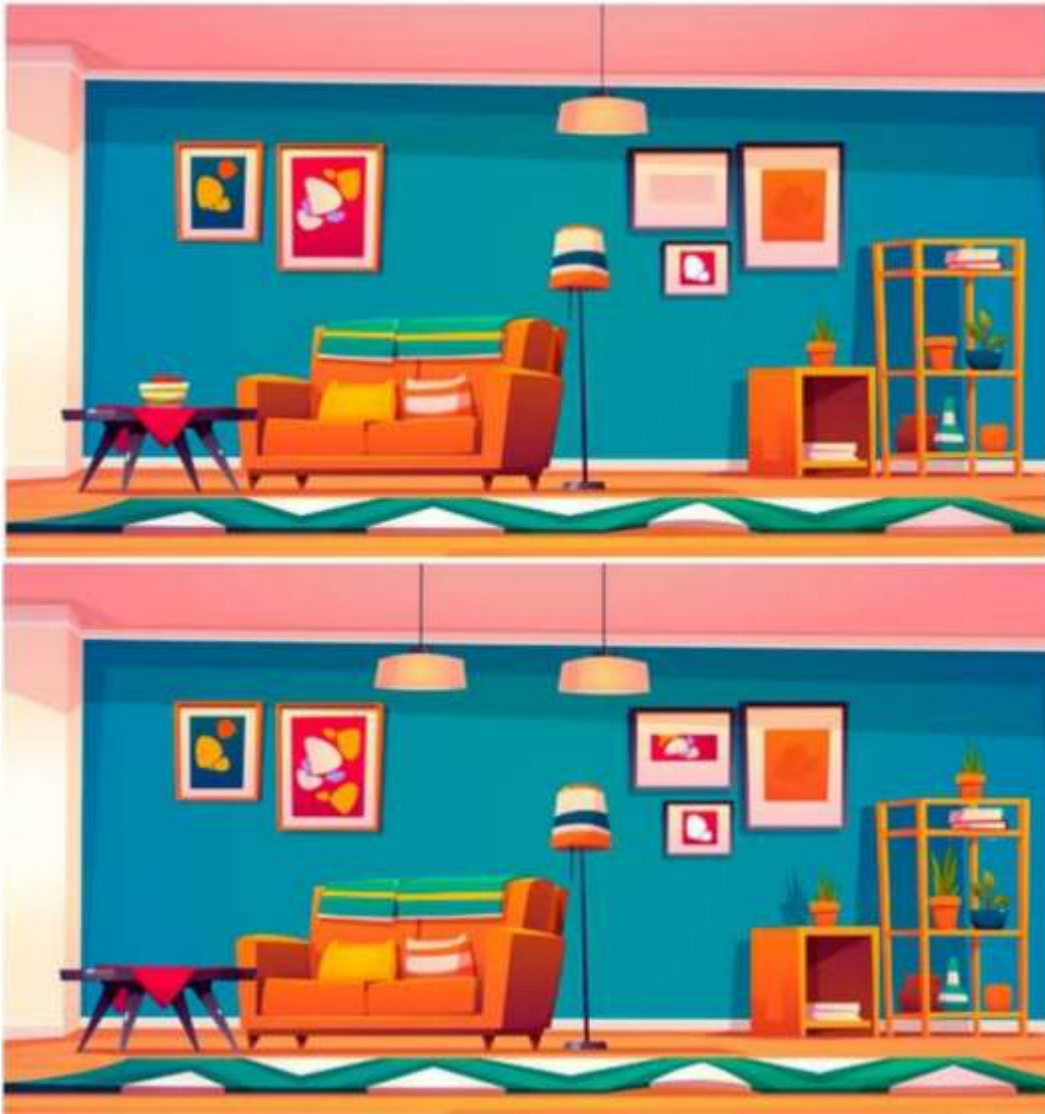
VIDEO (Prueba de audición) ¿A partir de qué nivel (color) escucha el zumbido? PRECAUCIÓN:
Modere el volumen de su equipo de cómputo o dispositivo

- a) Verde tono 1
- b) Verde tono 2
- c) Verde-amarillo
- d) Amarillo
- e) Naranja
- f) Rojo


AUDIO (Melodía). ¿Cuántos instrumentos musicales interpretan la melodía?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6

¿Cuántas diferencias hay en ambas imágenes?



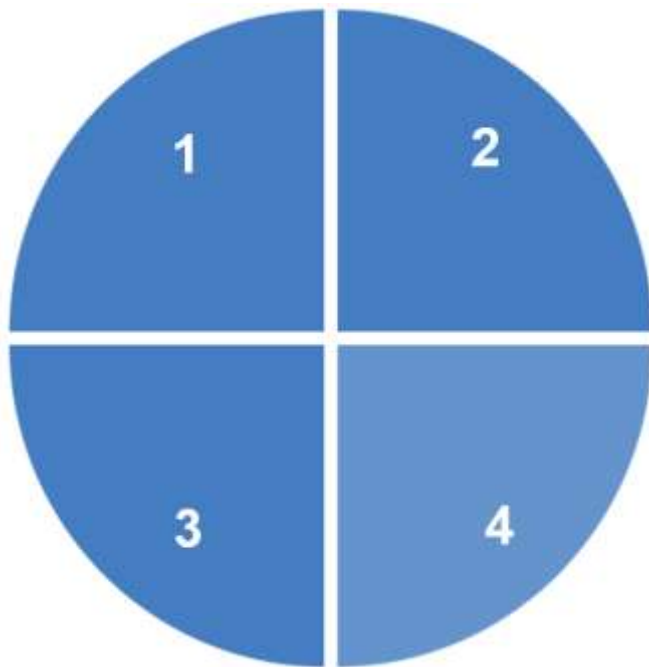
- a) 4
- b) 5
- c) 6
- d) 7
- e) 8
- f) 9

AUDIO: Conversación en el trabajo 

¿Cuál de las siguientes frases es verdadera de acuerdo a la conversación?

- a) En la conversación participan dos personas y se trata de un conflicto laboral
- b) En la conversación participan tres personas y se trata de un conflicto laboral
- c) En la conversación participan dos personas en la que celebran un éxito laboral
- d) La mujer está molesta, pero se queda al final
- e) En la conversación participan tres personas en la que celebran un éxito laboral
- f) El hombre a final de cuentas abandona la conversación

¿En qué sección el color es más claro?



- a) 1 y 2
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4
- f) 3 y 4

Compare los textos e indique cuál frase es verdadera

Vacunarse contra COVID19 protege de enfermedad grave. Debes contar con el esquema completo de protección, de acuerdo con el biológico que te aplicaron. Continúa con la práctica diaria de las medidas sanitarias, ¡no bajemos la guardia!	Vacunarse contra COVID19 protege de enfermedad grave. Debes contar con el esquema completo de protección, de acuerdo con el biológico que te aplicaron. Continúa con la práctica diaria de las medidas sanitarias, ¡no bajemos la guardia!
--	--

- a) Ambos textos son iguales y tratan un tema laboral
- b) Ambos textos son iguales y tratan un tema de salud
- c) Los textos son diferentes y tratan un tema laboral
- d) Los textos son diferentes y tratan un tema de salud
- e) Los textos son iguales pero las letras son más grandes del lado izquierdo
- f) Los textos son iguales pero las letras son más grandes del lado derecho

4.- De los dos textos mostrados: ¿Cuántas palabras son diferentes?

<p>Colegio Valente Pérez S.C Expediente 5567/2015 Alumno: José Rosendo Núñez R. Asunto: Beca</p> <p>Sr. Padre de familia, le comunicamos que el alumno al rubro ya ha recibido el beneficio de la beca que otorga este colegio, y usted deberá presentarse a la brevedad para poder realizar los trámites correspondientes.</p> <p>Cito: "...Firma del documento de aceptación y constatación de necesidad de beca por parte del padre o tutor..."</p> <p>Sin más por el momento</p> <p>Colegio de profesores Presidente. Leonel Torres Lino Firma</p>	<p>Colegio Valentín Pérez S.C Expediente 5567/2016 Alumno: José Rosendo Núñez R. Asunto: Beca</p> <p>Sr. Padre de familia, le comunicamos que el alumno al rubro ya ha recibido el beneficio de la beca que otorga este instituto, y usted deberá presentarse a la brevedad para poder realizar los trámites necesarios.</p> <p>Cito: "...Firma del documento de aceptación y constatación de necesidad de beca por parte del padre o tutor..."</p> <p>Sin más por el momento</p> <p>Colegios de profesores Presidenté. Leonardo Torres Lino Firma</p>
--	--

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6
- e) 7
- f) 8

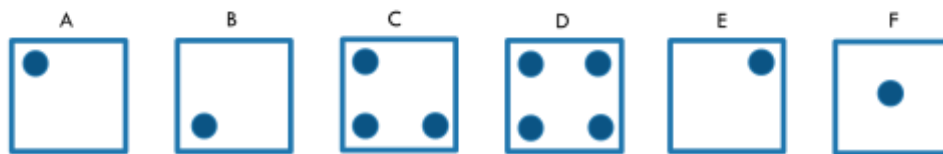
TEST para determinar el nivel de habilidad cognitiva del sujeto de estudio:

Razonamiento Lógico

Instrucciones

- Observe la secuencia
 - ¿Qué elemento sigue? Determine y elija el siguiente elemento de la secuencia
- Nota: la secuencia tiene un orden lógico

1



2



3



4. El automovil negro es más nuevo que el gris. El autovomil gris es mas viejo que el automovil verde. ¿Cuál es el más viejo?

- a) El automóvil negro
- b) El automóvil verde
- c) El automóvil gris
- d) Ninguno de los automóviles
- e) El automóvil negro y el automóvil verde son igual de viejos
- f) Todos los automóviles son viejos

5



6. ¿Cuál es el siguiente número de la serie: 8, 3, 9, 10, 17...?

- a) 11
- b) 15
- c) 19
- d) 25
- e) 28
- f) 30

7



8



9. El reloj verde es menos caro que el azul, el reloj azul es más caro que el blanco ¿cuál es el menos barato?

- a) El reloj blanco
- b) El reloj verde
- c) El reloj azul
- d) Los relojes verde y blanco son igual de caros
- e) Ninguno está caro
- f) Ninguno de los relojes es barato

10. Esta serie es una variación de la famosa secuencia de Fibonacci: cada término es igual a la suma de los dos términos anteriores menos 2. $9 = (8 + 3) - 2$ $10 = (3 + 9) - 2$ $17 = (9 + 10) - 2$ ¿Cuál es el siguiente número?

- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25
- e) 30
- f) 35

Anexo IV

**Questionarios aplicados
en el Curso de
Lenguaje Claro**

MODULO 1

¿Cuál de las siguientes es la definición de lenguaje claro? (Concentración 40%, Percepción 50%, Memoria 5%, Razonamiento Lógico 5%)

- a) Es la expresión simple, clara y directa de la información que las ciudades y los servidores públicos necesitan conocer.
- b) Es la expresión simple, clara y directa de la información que los ciudadanos y los servidores privados necesitan conocer.
- c) Es la expresión simple, clara y directa de la información que las ciudades y los servidores privados necesitan conocer.
- d) Es la expresión simple, clara y directa de la información que los ciudadanos y los servidores públicos necesitan conocer.

Nuestro estilo de escritura debe corresponder a los valores de. (Concentración 30%, Percepción 40%, Memoria 15%, Razonamiento Lógico 15%)

- a) Transferencia y eficacia
- b) Transparencia y efusividad
- c) Transparencia y eficacia
- d) Ninguna de las anteriores

¿Para qué escriben los servidores públicos? (Concentración 40%, Percepción 50%, Memoria 5%, Razonamiento Lógico 5%)

- a) Para comunicar, notificar, plasmar, solicitar, instituir, prevenir, sancionar, corregir, normar, entro otros
- b) Para comunicar, notificar, plasmar, solicitar, instruir, prevenir, sancionar, corregir, normar, entro otros
- c) Para comodidad, notificar, plasmar, solicitar, instruir, prevenir, sancionar, corregir, normar, entro otros
- d) Para comunicar, notificar, plasmar, solicitar, instruir, prevenir, sancionar, correr, normar, entro otros.

¿A qué elemento NO le aplico lenguaje claro? (Concentración 20%, Razonamiento Lógico 80%)

- a) Oficios
- b) Atentas Notas
- c) Fotografías
- d) Correos Electrónicos

Un lenguaje claro: (Concentración 30%, Percepción 30%, Memoria 5%, Razonamiento Lógico 35%)

- a) Aumenta la discrecionalidad, reduce la transparencia y la rendición de cuentas.
- b) Reduce la discrecionalidad, fomenta la transparencia y la rendición de cuentas.
- c) Reduce la discrecionalidad y la transparencia, fomenta la rendición de cuentas.
- d) Fomenta la discrecionalidad, reduce la transparencia y la rendición de cuentas.

MODULO 2

Es una característica que deben tener nuestros mensajes para transmitir las ideas considerando las características del receptor. (Memoria 80%, Concentración 20%)

- a) Perseverancia
- b) Claridad
- c) Estilo
- d) Contundencia

Si el texto que escriba va a ser leído por varias personas (Percepción 50%, Concentración 40% y Razonamiento lógico 10%):

- a) Debo asegurarme de identificar al grupo de personas que más interés tienen en él.
- b) Debo asegurarme de identificar al grupo de personas que menos interés tienen en él.
- c) Debo asegurarme de identificar a la persona que más interés tiene en él.
- d) Debo asegurarme de identificar a la persona que menos interés tiene en él.

¿Cuál de las siguientes aseveraciones es falsa? (Percepción 50%, Concentración 20% y Razonamiento lógico 30%):

- a) Algunas personas leerán un texto por curiosidad
- b) Algunas personas leerán un texto por escepticismo
- c) Algunas personas leerán un texto porque necesitan información para realizar algún trámite
- d) Algunas personas leerán un texto porque no necesitan de ningún apoyo

Son sentimientos negativos que pueden causar los escritos en los lectores (Percepción 40%, Concentración 20% y Razonamiento lógico 40%):

- a) Interés, miedo, frustración, aburrimiento o apatía.
- b) Desinterés, miedo, frustración, aburrimiento o apatía.
- c) Interés, miedo, efusividad, aburrimiento o apatía.
- d) Desinterés, miedo, frustración, aburrimiento o empatía.

Un ejemplo de un objetivo de un trámite (pago de obligación) pensando en el lector es (Percepción 20%, Concentración 40% y Razonamiento lógico 40%):

- a) Para realizar el pago de predial puede ir a las oficinas de trámites del Ayuntamiento o realizar el pago en línea.
- b) Con el fin de cumplir con el pago de obligación del predial, acuda a nuestras oficinas o realice el pago en línea.
- c) Para su comodidad, usted puede realizar el pago del predial: 1) En las oficinas ubicadas en A. Edificio Administrativo, B. Pirules o C) Jesús del Monte, en donde será un placer atenderle; o bien a través de nuestro portal web: tesoreria.huixquilucan.gob.mx
- d) Usted cuenta con dos formas de pagar el predial, en nuestras oficinas o en nuestra página tesoreria.huixquilucan.gob.mx

MODULO 3

La secuencia de pasos para escribir eficazmente es (Percepción 50%, Concentración 30% y Razonamiento lógico 15%, Memoria 5%):

- a) Revisar, planear y escribir
- b) Planear, revisar y escribir
- c) Escribir, revisar y planear
- d) Planear, escribir y revisar

La secuencia de pasos para planear un documento es ():

- a) Identificar al lector, definir el propósito del documento, generar las ideas a tratar y ordenar estas ideas.
- b) Definir el propósito del documento, identificar al lector, generar las ideas a tratar y ordenar estas ideas.
- c) Definir el propósito del documento, generar las ideas a tratar, ordenar estas ideas e identificar al lector.
- d) Generar las ideas a tratar, ordenar estas ideas, definir el propósito del documento e identificar al lector.

¿Cuál de los siguientes no es un propósito de un documento dirigido a un ciudadano?

- a) Proporcionar información a los beneficiarios de un programa
- b) Aclarar a los contribuyentes sobre sus obligaciones (pago de predial y agua)
- c) Coordinar esfuerzos de varias unidades administrativas
- d) Comunicar de los resultados de la gestión pública

¿Cuál de los siguientes no es un propósito de un documento dirigido a un servidor público?

- a) Auditar a alguna institución
- b) Proporcionar información a un superior jerárquico para que tome una decisión
- c) Normar la ejecución del presupuesto
- d) Aclarar a los contribuyentes sobre sus obligaciones (pago de predial y agua)

¿Cuál de las siguientes es una técnica para generar ideas?

- a) Redes mentales
- b) Lluvia de preguntas del lector
- c) La estrella
- d) Frases terminadas

¿Cuál es la secuencia a seguir para elaborar un mapa mental?

- a) Escoger una palabra, unirlas de acuerdo a su relación, escribirla, escribir otras palabras alrededor que se asocien con la primera.
- b) Escribir una palabra, escogerla, escribir otras palabras alrededor que se asocien con la primera, unirlas de acuerdo a su relación.
- c) Escoger una palabra, escribirla, unirlas de acuerdo a su relación, escribir otras palabras alrededor que se asocien con la primera.
- d) Escoger una palabra, escribirla, escribir otras palabras alrededor que se asocien con la primera, unirlas de acuerdo a su relación.

Consiste simplemente en concentrarse en el tema y escribir todo lo que se te ocurra en un trozo de papel

- e) Mapas mentales
- f) Lluvia de ideas
- g) Preguntas del lector
- h) La estrella

Las preguntas: ¿Para qué es? • ¿Cuándo es? • ¿Dónde es? • ¿Necesito enviar a los asistentes algún documento con anticipación?, me sirven cuando elaboro un documento para:

- a) Convocar a una reunión
- b) Pedir información
- c) Informar sobre un trámite
- d) Ninguna de las anteriores

¿Qué? ¿Cuál? ¿Quién? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Por qué? ¿Cómo? y ¿Cuántos? son preguntas que se utilizan en la técnica de:

- a) Mapas mentales
- b) Frases empezadas
- c) Preguntas del lector
- d) La estrella

Se le conoce como la técnica **LMIE (Lo Más Importante Es)**:

- a) Mapas mentales
- b) Frases empezadas
- c) Preguntas del lector
- d) La estrella

El orden de las ideas de un texto, es como un “mapa” que guía al lector por un escrito e incluye:

- a) Introducción, Cuerpo y Conclusión.
- b) Introducción, Cuerpo y Desarrollo.
- c) Introducción, Cuerpo y Discusión.
- d) Introducción, Antecedentes y Conclusión.

MÓDULO 4

¿Cuál de las siguientes no es una sugerencia para revisar un documento?

- a) Revisa mientras escribes cada párrafo; no esperes hasta el final del documento.
- b) Revisa varias veces, tantas como sea necesario hasta que te sientas conforme con lo que escribiste.
- c) Revisa tu documento únicamente hasta que lo hayas terminado.
- d) Considera las sugerencias de estilo para la escritura

No es una sugerencia de estilo para aclarar y simplificar:

- a) Usa Palabras simples
- b) Usa Palabras precisas
- c) Tono y lenguaje adecuados
- d) Cuidado con los verbos

Cuál de los siguientes elementos no se utiliza para mejorar la presentación

- a) Encabezados
- b) Incluir sólo lo necesario
- c) Ayudas visuales
- d) Conectores

¿Qué palabras simples sustituyen a las palabras “emolumento” y “dilación” respectivamente:

- a) Atención y distinguir
- b) Problema y dificultad
- c) Remuneración y demora
- d) Ejemplo e intención

Es una sugerencia en el uso de los verbos:

- a) Evita el uso de palabras como “mucho”, “maravilloso”, “algunos cuantos”, “pronto”,
- b) Evita el uso de “Sobre el particular, le reitero la seguridad de mi atenta y distinguida consideración”, usa en cambio “Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.”
- c) Evita sustantivos para describir acciones y en su lugar utiliza verbos en infinitivo.
- d) Utiliza voz activa en lugar de voz pasiva

MÓDULO 5

Es una sugerencia en el uso del tono y el lenguaje adecuado;

- a) Evita las oraciones demasiado breves. Procura que transmitan ideas completas.
- b) Da un orden coherente y suficiente al párrafo. Inicia con una oración introductoria, continúa desarrollando las ideas y termina con una oración que concluya las ideas desarrolladas e introduce las que vendrán en el próximo párrafo.
- c) Recuerda los principios básicos de lógica, claridad y brevedad
- d) La dosis de formalidad nos la da el lector a quién va dirigido nuestro texto y el propósito para el que lo está escribiendo

¿Qué características tiene el siguiente segmento de párrafo?: “Me sirvo de la presente para reiterarle mis atentas y distinguidas atenciones y hacer de su conocimiento que debido al bajo número de servidores públicos registrados en el curso “Transparencia en el gobierno municipal”, el plazo de inscripción se amplía hasta...”

- a) Uso del lenguaje adecuado para ciudadanos y estilo impersonal
- b) Uso del lenguaje adecuado para servidores públicos y estilo impersonal
- c) Uso del lenguaje adecuado para ciudadanos y estilo personal
- d) Uso del lenguaje adecuado para servidores públicos y estilo personal

¿Cuál de las siguientes es una sugerencia para Mejorar la Presentación?

- a) Si tienes duda sobre qué tanto sabe tu lector acerca del texto, lo mejor será incluir o precisar esa información que no estás seguro de que el lector conozca.

- b) Las palabras negativas pueden amenazar, molestar y acorralar. Por lo tanto, es mejor utilizar frases positivas ya que pueden inspirar, satisfacer y ayudar.
- c) Utiliza encabezados ya que permiten al lector navegar para encontrar lo que busca y obtener los detalles necesarios
- d) Utiliza párrafos efectivos

Las ayudas visuales son:

- a) Listas, tablas, diagramas y gráficas
- b) Palabras que unen, subordinan, objetan o hacen que las oraciones concuerden.
- c) Las dos anteriores
- d) Ninguna de las anteriores

MODULO 6

En relación a un trámite:

- a) Este debe contar con encabezado, lugar y fecha, área remitente, destinatario, remitente y cargo de ambos.
- b) Los ciudadanos se preguntan ¿Qué requisitos debo cubrir? ¿Cuánto cuesta? ¿Voy a obtener algún documento? ¿Cuál es la vigencia? ¿En cuánto tiempo me van a atender? ¿Cuál es el procedimiento para levantar una queja? ¿Cuál es el fundamento legal?
- c) Las dos anteriores aplican
- d) Ninguna de las anteriores aplica

Para escribir información sobre tramites no se sugiere:

- a) Utilizar encabezados en textos impresos o electrónicos.
- b) Que aparezcan las preguntas a manera de encabezados para que el ciudadano pueda tener TODA la información en una pantalla.
- c) Poner toda la información en un solo párrafo y sin signos de puntuación.
- d) Crear segmentos o grupos objetivo.

MODULO 7

Engloban a todos los elementos que ponen sobre aviso al lector sobre lo que sucede en la oración y su relación con otras oraciones:

- a) Signos de interrogación
- b) Signos de exclamación
- c) Signos de puntuación
- d) Ninguno de los anteriores

Indica una pausa larga en un texto.

- a) Coma
- b) Punto
- c) Punto y coma
- d) Dos puntos

Se utilizan antes de una lista o enumeración de elementos, una cita textual, poner ejemplos o después de los saludos en un oficio o carta.

- a) Dos puntos

- b) Puntos suspensivos
- c) Signos de interrogación
- d) Signos de admiración

No se utilizan mayúsculas en:

- a) La primera palabra después de punto
- b) Los nombres propios, apellidos, diminutivos y sobrenombres
- c) Las abreviaturas de títulos profesionales
- d) Los días, meses y estaciones del año

Las palabras agudas:

- a) Sólo llevan tilde si terminan en “n”, “s” o “vocal”.
- b) Sólo llevan tilde si **NO terminan en “n”, “s” o “vocal”.**
- c) Siempre llevan tilde
- d) Nunca llevan acento

Las palabras graves:

- a) Sólo llevan **tilde** si terminan en “n”, “s” o “vocal”.
- b) Sólo llevan tilde si **NO terminan en “n”, “s” o “vocal”.**
- c) Siempre llevan tilde
- d) Nunca llevan acento

Las palabras esdrújulas:

- a) Sólo llevan **tilde** si terminan en “n”, “s” o “vocal”.
- b) Sólo llevan tilde si **NO terminan en “n”, “s” o “vocal”.**
- c) Siempre llevan tilde
- d) Nunca llevan acento

De las siguientes frases ¿Cuál no tiene errores ortográficos?

- a) Es mí oficio, es para mi
- b) La declaración patrimonial se realiza en mayo
- c) Si se tiene contemplada la reunión, tu leíste el oficio
- d) Solo se necesita enviar un correo electrónico.

De las siguientes frases ¿Cuál no tiene errores ortográficos?

- a) *La oficina dónde se realizan los trámites*
- b) *Aun no se recibe su confirmación*
- c) *La directora también asistió a la reunión más no emitió su voto.*
- d) *Por favor avíseme cuando tenga espacio en su agenda*

¿Cuál de las siguientes frases es errónea?

- a) ¿Cuáles son los puntos a tratar en la reunión?
- b) No se contestaron oficios durante el periodo señalado por que no se recibió ninguno
- c) Esta situación conlleva a que exista una ralentización de los procesos
- d) Ésta situación conlleva a que exista una ralentización de los procesos