

## Desarrollo de Sistemas Inteligentes: experiencias en capacitación

Analía Amandi<sup>1,2</sup>, Nelson Acosta<sup>1</sup>, Marcelo Campo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Inteligencia Comportamental Empresarial – Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (UNICEN)

Campus Universitario – Tandil – Buenos Aires – Argentina

<sup>2</sup> CONICET

{amandi,nacota,mcampo}@exa.unicen.edu.ar

**Resumen.** El desarrollo de sistemas inteligentes implica utilizar componentes que determinan su comportamiento en un contexto de incertidumbre y autonomía. Este paper describe experiencias de capacitación en desarrollo de sistemas inteligentes desde el punto de vista de la programación, del diseño y del proceso de desarrollo de software. Aplicando aprendizaje basado en proyectos, aprendices son capacitados en temáticas de inteligencia artificial, la cual aplican luego en proyectos de software más complejos afianzando los conceptos relativos al desarrollo de sistemas inteligentes. Los resultados han sido exitosos tanto en relación a la capacitación específica en inteligencia artificial como en su inserción en el proceso de desarrollo.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Intelligent Agents, Chatbots, Design, Software Engineering

### 1. Introducción

Al mismo tiempo que el desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial por la industria de software está en continua expansión, van surgiendo cuestionamientos en relación a que si las técnicas en ingeniería de software actuales satisfacen las necesidades de los sistemas inteligentes [Shaw and Zhu, 2022]. Simultáneamente, se ha focalizado en la educación en inteligencia artificial como eje esencial para la capacitación de usuarios y desarrolladores [Su and Zhong, 2022].

Mientras se modifican los contenidos de escuelas primarias y secundarias integrando a los conceptos de programación, conceptos de inteligencia artificial [Touretzky et. al., 2019] [Su et. al., 2022], las universidades de nuestra región aún discuten sobre los contenidos de inteligencia artificial para los profesionales de informática, y usualmente los separan de la ingeniería de software. Particularmente se observa que, cuando se trata el tema de sistemas inteligentes, se enfoca casi absolutamente en aplicaciones centradas en *machine learning* a partir de grandes datos, dejando de lado el resto de las características del área.

Estos avances en la tecnología de software generan necesidades de capacitación de profesionales en la industria de software. Es importante enfocar en capacitaciones efectivas para resguardar la productividad de esta industria. Recordando, por ejemplo, los cambios producidos por la inserción abrupta de la programación orientada a objetos en la industria, se generaron propuestas para su rápida adaptación a estos cambios

[Amandí et. al. 1993]. Ahora es el tiempo de enfocarnos en la inserción de la inteligencia artificial al desarrollo de software.

El desarrollo de sistemas inteligentes presenta características distintivas. Éstas caracterizan la inteligencia del sistema o de algunos de sus componentes. La más conocida es la capacidad de aprender, lo cual puede ocurrir a partir de grandes datos o de un pequeño conjunto de datos, pero en ambos casos se tendrá que trabajar con conceptos como incertidumbre, grado de certeza, explicaciones de lo aprendido. La toma de decisiones, lo que puede ocurrir a partir del resultado del proceso de aprendizaje, en la cual la capacidad de explicar las decisiones tomadas es relevante. La toma de decisiones se asocia con la autonomía, ya que se puede tanto sugerir cursos de acción como ejecutarlos autónomamente. La interoperabilidad cuando estas entidades inteligentes hacia objetivos mutuamente beneficiosos. Las características mencionadas generan cambios en el desarrollo, particularmente dificulta el control de las respuestas esperadas.

En este contexto, en el cual se evidencia las urgencias en la capacitación de los profesionales de informática en el desarrollo de sistemas inteligentes, se propone en este artículo un enfoque de capacitación basado en la utilización de Aprendizaje Basado en Proyectos desde la introducción de los conceptos básicos de inteligencia artificial hasta su utilización en proyectos de desarrollo de software inteligente. Este enfoque ha sido aplicado durante cinco años, y en este artículo se realiza un análisis de sus resultados. Esta aplicación del enfoque de capacitación es materializada a partir de experiencias realizadas dentro de un contexto universitario en tres cursos fuertemente conectados, uno que introduce conceptos de inteligencia artificial a partir de la programación, uno que se enfoca en el diseño de sistemas de software y otro que se enfoca en el proceso de desarrollo de software.

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una estrategia metodológica de enseñanza en el cual la experimentación práctica es el elemento central. De esta manera, se generan retos en un contexto cercano a la realidad del desarrollo de software, generando en los alumnos la necesidad de búsqueda de soluciones, integrando conocimientos adquiridos en diferentes materias, y detectando la necesidad de aprender otros para resolver los retos que enfrenta. Este aprendizaje activo permite incorporar los conceptos de inteligencia artificial en el desarrollo de software, analizando las particularidades relativas a la autonomía, la incertidumbre, y las necesidades particulares de aceptación del usuario relacionadas con la explicabilidad.

Este artículo se estructura de la siguiente forma. La sección 2 presenta la propuesta de capacitación en Inteligencia Artificial en el contexto de Ingeniería de Software. En la sección 3 se enfoca en la introducción de inteligencia artificial desde el punto de vista de ingeniería. En la sección 4 se introduce inteligencia artificial en el diseño de sistemas de software. En la sección 5 se considera la inteligencia artificial en el proceso de desarrollo de software. En la sección 6 se analizan las experiencias. Finalizando en la sección 7 con las conclusiones.

## 2. Inteligencia Artificial en Ingeniería de Software

La introducción al mundo de la inteligencia artificial sigue siendo llevada a cabo como un mundo diferente y separado de la ingeniería de software. Se analizan conceptos básicos como razonamiento lógico, y diferentes técnicas de machine learning. Luego, no son generalmente incluidos o relacionados con la ingeniería de software. Esta situación viene siendo arrastrada de otras épocas en las que la inteligencia artificial era temas de investigación no siendo relevantes para la industria de software. Pero esto ha cambiado, y en los últimos años la evolución de los cambios es vertiginosa.

En estos momentos de la historia, en el cual la industria de software necesita de profesionales capacitados en la Ingeniería de Inteligencia Artificial, en el cual se cuentan con bibliotecas con implementaciones de diferentes arquitecturas de redes neuronales, redes bayesianas, entre otras, no capacitar a los profesionales en el desarrollo de sistemas inteligentes con todos los conceptos que esto involucra.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el enfoque adoptado y reportado en este artículo, el cual ha sido exitosamente aplicado en el área de software [Gary 2015], y en estas experiencias se aplica en el desarrollo de sistemas inteligentes desde la introducción misma de los conceptos básicos de inteligencia artificial.

Aplicando ABP, se puede trabajar con los aprendices en cómo utilizar una determina biblioteca, e ir aprendiendo cómo un componente puede aprender a partir de un conjunto de datos, si esos datos son suficientes, y particularmente, palpar que la inteligencia artificial no es magia.

La Figura 1 muestra un esquema del enfoque adoptado. La figura muestra una secuencia de los conceptos de Programación, Diseño y Procesos, los cuales representan tres cursos sucesivos. La rueda alrededor del concepto de Inteligencia Artificial define las características que tienen que ser introducida en la secuencia Programación-Diseño-Procesos. Estas características son: aprendizaje, incertidumbre, autonomía y explicabilidad.

De esta manera, en curso de programación se introduce inteligencia artificial, pero desde la práctica, programando. Se utiliza el concepto de objeto de la programación orientada a objetos como base, convirtiéndolo en inteligente [Amandi y Price, 1998]. Aquí se utiliza el recurso de la programación exploratoria, la cual define cuando: (i) un programador escribe código para construir prototipos o experimentar con diferentes ideas, y (ii) el programador no sólo intenta coincidir con la especificación sino que el objetivo es abierto y evoluciona a través del proceso de programación [Kery y Myers, 2017].

En el curso de diseño, estas entidades inteligentes ya conocidas son parte de los retos del aprendizaje basado en proyectos, aprendiendo no sólo los conceptos de diseño sino que se analiza cuál es el impacto del diseño de componentes inteligentes en relación al aprendizaje, la incertidumbre, la autonomía y la explicabilidad. Particularmente, se analiza en las experiencias con el usuario la relevancia de las explicaciones de las sugerencias y principalmente de las acciones autónomas de los componentes inteligentes.

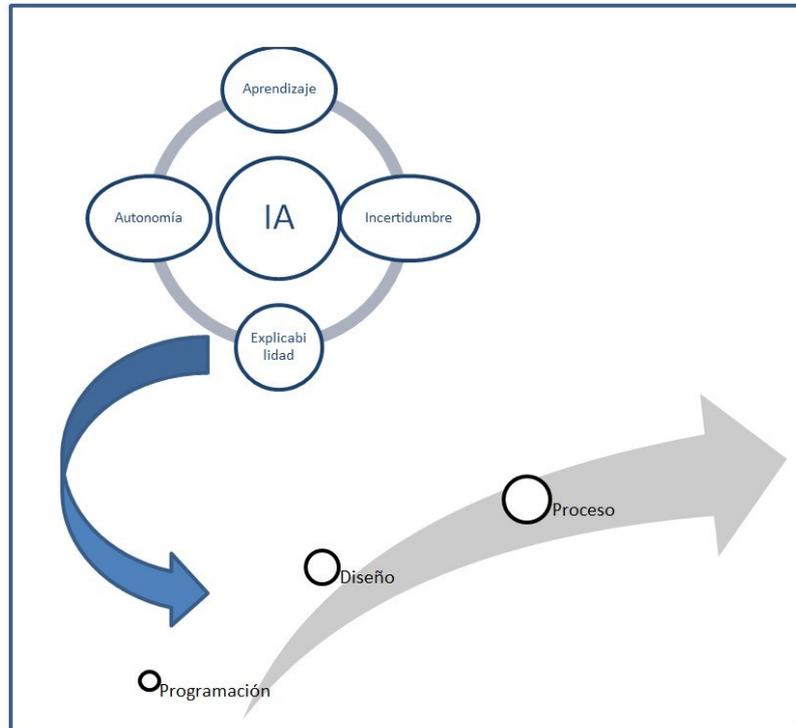


Figura 1. Esquema del enfoque de capacitación propuesto

En el curso donde se enfoca en el proceso, siempre en forma práctica, y en este caso utilizando un desarrollo completo de un sistema que incluye componentes inteligentes, en el cual todo el proceso es analizado. Aquí, todos los conceptos envueltos en Inteligencia Artificial son analizados en el contexto global del desarrollo mismo.

A continuación se desarrollará cada etapa Programación-Diseño-Proceso en las siguientes tres secciones.

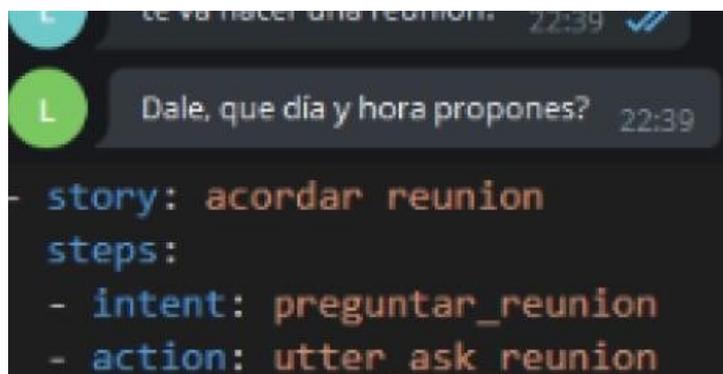
### 3. Comprensión de Inteligencia Artificial

La primera etapa de la capacitación tiene por objetivo que los aprendices comprendan el concepto de inteligencia artificial. Esto implica no sólo la comprensión del concepto de inteligencia artificial en forma abstracta, sino de su materialización concreta en entidades inteligentes que pueden aprender, tomar decisiones, actuar, e interactuar con otras entidades inteligentes.

Para comprender que es un sistema inteligente, lo primero a lo que se enfrentan los aprendices es a un conjunto de sistemas inteligentes que están en funcionamiento, y que fueran construidos por la industria de software. Esto les permite ubicar la inteligencia artificial como de relevancia actual.

Una vez que los aprendices perciben qué es un sistema inteligente, se pasa a construir entidades inteligentes. Las entidades inteligentes son construidas por los aprendices a partir de chatbots. Los chatbots pueden imitar una conversación humana, pudiendo ser útiles en educación, recuperación de información, negocios, comercio electrónico, entre otros [Adamopoulou y Moussiades, 2020].

Los chatbots son definidos como la entidad base para la construcción de entidades a las que conoceremos como agentes inteligentes. Los agentes inteligentes [Wooldridge y Jennings, 1995] son entidades que exhibe características distintivas como autonomía. Para esta construcción, se utiliza un framework para desarrollo de chatbots. Durante la experiencia aquí reportada, con los tres grupos distintos de aprendices, se han utilizado diferentes frameworks, mayoritariamente RASA y IBM Watson Assistant. En la Figura 2, se muestra parte del código RASA y la visualización de la conversación a la que corresponde.



```
- story: acordar_reunion
steps:
- intent: preguntar_reunion
- action: utter_ask_reunion
```

Figura 2. Chatbot

Dentro de ABP, el enfoque utilizado para analizar los conceptos de inteligencia artificial es el de la programación exploratoria. En consecuencia, se parte de una especificación, y se explora con mente abierta los alcances que la inteligencia artificial nos habilita. En las experiencias, se ha explorado en la construcción de agentes inteligentes que representen docentes, empleados, negocios, etc. En algunos de los casos con interacciones con varios humanos, como un coordinador de un grupo de trabajo [Amandi et.al., 2022].

Estos chatbots, vistos como agentes inteligentes, se los va construyendo explorado:

- Personalizar la interacción con el usuario: para esto tiene que recolectar datos del usuario, generar un perfil y adaptar el comportamiento dinámicamente en función del mismo.
- Adaptar la interacción por aspectos emocionales detectados: aquí se incorporan conceptos de computación afectiva a partir de texto. Se reconocen emociones en las interacciones y se responde en consecuencia.

Por otro lado, la propia construcción del chatbot permite a los aprendices comprender el concepto de machine learning. Por ejemplo, el framework RASA utiliza una red neuronal recurrente para la detección de intenciones de comunicación en los

chatbots. Los aprendices ingresan ejemplos para definir y así reconocer cada intención de comunicación. Así, pueden experimentar cuando el entrenamiento es suficiente o no, para el reconocimiento de una intención, y cuando se confunde con intenciones con algún grado de similitud. Consecuentemente, se alcanzan cuatro objetivos simultáneamente: (i) comprender el concepto de *machine learning*, (ii) comprender la importancia de los datos de entrenamiento, (iii) comprender cómo funcionan los datos de prueba y las necesidades de reentrenamiento, y (iv) cómo utilizar una implementación de una red neuronal sin ser especialistas, más aún, sólo teniendo un conocimiento arquitectónico del tema.

#### 4. Diseño de software con componentes inteligentes

Finalizada la etapa de introducción de inteligencia artificial a partir de la programación exploratoria, los aprendices son introducidos en diseño de sistemas de software, pero considerando que estos sistemas pueden incluir entidades inteligentes.

A los aprendices, siguiendo al ABP, se les plantea los requerimientos de un sistema que incluye entidades inteligentes. Así, agrupados ahora en equipos de trabajo, tendrán el reto del diseño del sistema objetivo. En las experiencias reportadas, se les plantea el reto de construir un ambiente de realidad virtual con una finalidad específica, en el cual avatares inteligentes y autónomos serán parte del mismo.

Los ambientes de realidad virtual [Scott et.al., 2017] presentan un reto para los aprendices por su complejidad, teniendo que trabajar con diferentes frameworks, integrándolo. Adicionalmente, agregando más componentes de la realidad, cada una de las experiencias, se iniciaron desde el código desarrollado por el grupo anterior.

Los chatbots, ahora ya conocidos por los aprendices, convertidos en agentes inteligentes, se incorporan en un ambiente de realidad virtual. En los años de las experiencias, se han ido construyendo diferentes sistemas en este entorno. En la Figura 3, se muestra dos de los *bots*, que son aquellos chatbots pero visualizados a través de una imagen humana.



Figura 3. Incorporando agentes inteligentes en un ambiente de realidad virtual

Los aprendices se enfocan en el diseño, generando prototipos para su validación. Los aprendices, reunidos en equipos, deben esforzarse en la funcionalidad con calidad, diseñando con miras a cumplir con requisitos arquitectónicos significativos como usabilidad, confiabilidad, seguridad, rendimiento y escalabilidad.

Los objetivos en esta etapa son, técnicamente hablando, la comprensión práctica de estilos arquitectónicos, atributos de calidad, patrones de diseño, frameworks, etc. Esto se alcanza aplicando ABP, mediante el desarrollo de un sistema que presenta retos desafiantes. A estos retos, se le suma la incorporación de agentes inteligentes, que utilizan algoritmos de *machine learning*. Sin embargo, el objetivo primario sigue siendo el diseño de sistemas de software.

Un ejemplo de estos desarrollos se reporta en [Campo et.al., 2021b], en el cual el ambiente de realidad virtual es un ambiente virtual de desarrollo de software. Esta experiencia muestra su complejidad en la utilización de diferentes frameworks como Unity para los componentes de realidad virtual, y RASA para los aspectos conversacionales de los agentes inteligentes.

Otro ejemplo de sistema desarrollado en esta instancia es un ambiente de realidad virtual para capacitación, el cual es conectado con cursos Moodle. A su vez, se ha experimentado con el framework Moodle para incorporar agentes que permitan su personalización [Campo et.al., 2021a].

Al poner el foco de atención en los conceptos de diseño de sistemas de software, la incorporación de agentes inteligentes se analiza en este contexto, siendo natural la integración de inteligencia artificial al desarrollo de sistemas. A partir de la propia práctica, surgen interrogantes relativos a los datos variables asociados a los agentes inteligentes, y particularmente a la aceptabilidad por parte de los usuarios potenciales del sistema objetivo.

En los ejemplos mencionados, se analizó la experiencia del usuario. En el caso del ambiente virtual de desarrollo de software, los propios aprendices analizaron los resultados. En el caso del ambiente virtual de capacitación, otro de los grupos de aprendices tomó el rol de usuario, con la finalidad de evaluar la experiencia del usuario y proveer *feedback* a los desarrolladores. En este análisis, es importante resaltar el análisis de la aceptabilidad de los usuarios de los agentes inteligentes.

## 5. Proceso de desarrollo de software

En este punto, los aprendices ya tienen conocimiento de programación, de inteligencia artificial y de diseño de sistemas de software. El objetivo ahora es preparar a los aprendices en el proceso mismo de desarrollo de software. Aquí, se continúa trabajando en equipo, y el trabajo en equipo pasa a tener mayor relevancia en esta capacitación.

Las experiencias realizadas con los grupos están orientadas en forma práctica del conocimiento de procesos de desarrollo de software. SAFe (*Scaled Agile Framework*) [Kane, 2018] fue la guía de estas experiencias. En el *framework* SAFe, la agilidad no debe ser tan importante que se pague con calidad. Hay cinco dimensiones clave de calidad: calidad de flujo, arquitectura y diseño, calidad de código, calidad del sistema y calidad del *release*.

Los equipos de trabajo son realmente relevantes en el contexto de SAFe. Éste pone especial atención al liderazgo. Los líderes son los responsables de crear el contexto necesario para adoptar todos los valores definidos como importantes.

En la práctica, los equipos tendrán la responsabilidad del desarrollo de un sistema inteligente. Los equipos estarán conformados por desarrolladores con diferente grado de capacitación, con la finalidad de generar un entorno lo más real posible.

En este contexto, la inteligencia artificial es inserta en el proceso de desarrollo en sí. Los equipos, en su capacitación misma, participan en cada paso de desarrollo del sistema siguiendo SAFe, quedando registrado de esta manera cómo influencia el desarrollo de entidades inteligentes cada etapa. Estos registros permiten analizar la experiencia por cada equipo al final la misma.

En este contexto, se da continuidad con los proyectos desarrollados (a nivel de prototipo) en la segunda etapa. Por lo que se continúa con el desarrollo de ambientes de realidad virtual. Particularmente, se destaca la evolución del ambiente de realidad virtual para desarrollo de software [Scott y Campo, 2021], el cual permite ver y experimentar en el mismo ambiente el desarrollo.

## 6. Análisis de las experiencias

Se reporta en artículo, cinco años de experiencias con grupos de aprendices. Cada grupo de 25 aprendices cada uno fue observado en cada paso, y se fueron registrando un conjunto de parámetros.

Cada experiencia completa se desarrolla en tres años consecutivos, y está compuesta de tres pasos. Cada paso se ejecuta en cuatro meses. Los aprendices inician la capacitación con edades entre 1921 años, y el grupo está compuesto por un promedio de 93% de varones y un 7% de mujeres. En los cinco años de experiencias: tres grupos cumplieron todo el ciclo, y son los que se reportan en este artículo. Los pasos son:

### 6.1 Primer paso: Inteligencia artificial desde la Programación Exploratoria

En este primer paso, se registra: (i) desarrollo de *chatbots*; (ii) desarrollo de agentes inteligentes (comprensión básica, grado de innovación, manipulación de emociones, personalización); (iii) *machine learning* (comprensión básica, entrenamiento, re-entrenamiento, ambigüedades).

En la Tabla 1, se presentan estas variables para los tres grupos de estudio.

La primera variable de la Tabla 1 se refiere al desarrollo mismo de los chatbots, y refiere a la calidad de los *chatbots* desarrollados. La calidad de cada chatbot de cada uno de los 25 miembros del grupo fue calificado con un valor de 1 a 10, siendo 1 la menor calificación y 10 la máxima. La calidad involucra el manejo del diálogo, incluyendo el manejo de contextos en el propio diálogo. Los valores promedio mostraron una excelente comprensión en todos los grupos.

Los *chatbots* se extendieron para convertirse en Agentes Inteligentes. Se evalúa en esta sección la comprensión de qué es un agente inteligente, qué tan innovativo fue el enfoque de cada aprendiz, el manejo de emociones, y el grado de personalización.

También fue calificado entre 1 y 10, siendo 10 la mejor calificación. Los valores promedio que vemos en la Tabla 1, muestra que la comprensión general del concepto de agente inteligente es buena, y que se necesita trabajar más la personalización y el manejo de emociones. Más adelante, en la Tabla 3, finalizadas las tres etapas, se muestra la mejora en el desarrollo de agentes inteligentes.

Tabla 1. Variables consideradas en la evaluación del paso Inteligencia Artificial desde la Programación Exploratoria

		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>Desarrollo de chatbots</b>		8.38	9.38	9.48
<b>Agentes Inteligentes</b>	<b>Comprensión básica</b>	8.08	8.76	7.52
	<b>Innovación</b>	6.52	6.66	6.26
	<b>Emociones</b>	4.6	4.4	4.48
	<b>Personalización</b>	5.6	5.4	5.48
<b>Machine Learning</b>	<b>Comprensión básica</b>	7.3	7.58	7.34
	<b>Entrenamiento</b>	7.5	7.7	7.48
	<b>Re-entrenamiento</b>	6.94	6.5	6.48
	<b>Ambigüedades</b>	6.14	6.16	5.98

En el desarrollo de los *chatbots*, se definen intenciones de comunicación, ingresando datos de entrenamiento para cada una de ellas. A partir de aquí, se analiza con los aprendices la problemática de *machine learning*, mediante el análisis de cuatro variables: comprensión básica, entrenamiento, reentrenamiento, y manejo de ambigüedades. Lo que podemos analizar de los resultados de la Tabla 1, es que si bien los aprendices construyeron chatbots con facilidad, los conceptos subyacentes relativos a machine learning necesitan ser trabajados. Lo cual realizarán en las siguientes etapas, para afianzar estos conocimientos en el contexto del desarrollo de software.

## 6.2 Segundo paso: Diseño de Sistemas Inteligentes

En este segundo paso, se registra: (i) manejo de experiencia del usuario (aceptabilidad, confiabilidad); (ii) arquitectónico; (iii) manejo de evolución del aprendizaje.

En la Tabla 2, se presentan estas variables para los tres grupos de estudio.

Tabla 2. Variables consideradas en la evaluación del paso Diseño de Sistemas Inteligentes

		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>Experiencia del usuario</b>	<b>Aceptabilidad</b>	7.46	7.58	7.44
	<b>Confiabilidad</b>	7.64	8.06	8.44
<b>Arquitectónico</b>		8.58	8.36	8.02
<b>Evolución del aprendizaje</b>		8	8.6	7.98

Lo primero que vemos en esta Tabla 2, es la evolución desde la Tabla 1. En el tratamiento arquitectónico de las entidades inteligentes vemos la evolución del

desarrollo de agentes inteligentes. Del análisis de la evolución del aprendizaje, vemos la maduración en la temática de *machine learning*.

En relación a las dos primeras variables de la Tabla 2, que evalúa el diseño de entidades inteligentes en el contexto de las experiencias de los usuarios, se analiza la aceptabilidad y la confiabilidad. A pesar que los resultados muestran valores altos, variando de 7.5 a 8, se ha notado las dificultades de los aprendices en dejar de lado su propia percepción para sólo tomar en cuenta las percepciones y opiniones de los usuarios.

### 6.3 Tercer paso: Proceso de Desarrollo de Sistemas Inteligentes

En este tercer paso, se registra: (i) desarrollo de agente inteligentes; (ii) cálculos de tareas relativas a IA; (iii) satisfacción del equipo.

En la Tabla 3, se pueden observar estas variables en los tres grupos de estudio. En esta Tabla, vemos la evolución final de la capacitación en la primera variable, la evolución es positiva y significativa.

La segunda variable analizada es la correspondiente a los cálculos de tiempos para las tareas relativas a inteligencia artificial. Los números claramente nos informan de las dificultades en calcular los tiempos de desarrollo de componentes que involucren conceptos de inteligencia artificial. Esto se vio reflejado en las reuniones diarias de avance. Se destaca esta variable en el desarrollo de sistemas inteligentes ya que representa la causa principal de la siguiente variable, la que mide la satisfacción del equipo de trabajo.

Los valores de satisfacción del equipo de trabajo rondan en 7 puntos. En las reuniones de evaluación de los avances de cada equipo, el entrenamiento como parte del proceso de *machine learning*, particularmente en el armado de perfiles, generó incertidumbre. Estos resultados son interesantes como punto de partida para un mayor análisis de la integración de inteligencia artificial e ingeniería de software.

Tabla 3. Variables consideradas en la evaluación del paso  
Proceso de Desarrollo de Sistemas Inteligentes

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Desarrollo de agentes inteligentes	9.08	9.62	8.52
Cálculo de tareas relativas a IA	5.6	5.86	6.2
Satisfacción del equipo	7.08	6.92	7.2

## 7. Conclusiones

Estamos cursando un momento de cambios en las posibilidades tecnológicas de la industria de software. Las mayores potencias tomaron la delantera hace cinco años atrás en términos de educación desde la escuela primaria, capacitando no sólo a los futuros profesionales sino también a los futuros usuarios de innovaciones en tecnología. Los avances vertiginosos de la inteligencia artificial nos llevaron a este punto.

En este contexto, se presenta aquí una experiencia conjunta entre la inteligencia artificial y la ingeniería de software en términos de capacitación de profesionales. Estas experiencias están encuadradas en el Aprendizaje Basado en Proyectos, el cual es entrelazado con la Programación Exploratoria como introducción a la inteligencia artificial. La programación exploratoria es clave en situaciones donde los atributos claves de exploración son la flexibilidad, el descubrimiento y la innovación [March, 1991]. Hoy necesitamos preparar a los profesionales como personas que posean la flexibilidad suficiente para explorar y así generar sistemas innovativos con las nuevas ideas, técnicas y frameworks generados a partir de la inteligencia artificial, pero dentro de procesos claros de desarrollo de software. Creemos que reproduciendo estas prácticas, posibilitará acelerar la inserción de la industria de sistemas inteligentes en el mercado internacional.

### Referencias

1. Adamopoulou, E., Moussiades, L. (2020) An overview of chatbot technology. *Artificial Intelligence Applications and Innovations*, (584), p.373-383.
2. Amandi, A., Leonardi, M.C., Lopez, M.J., Prieto, M. and Rossi, G. (1993) Learning object-oriented concepts with multimedia technology. *OOPSLA Addendum 1993*: 13-16.
3. Amandi, A. and Price, A. (1998) Building Object-Agents from a Software Meta-Architecture. In *Advances in Artificial Intelligence, 14<sup>th</sup> Brazilian Symposium on Artificial Intelligence, SBIA '98, Porto Alegre, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 1515*, p. 21-30, Springer.
4. Amandi, A., Campo, M., Faiella, S. and Vibart, E. (2022) Coordinación de Grupos mediante Bots Conversacionales. *Simposio Argentino de Inteligencia Artificial ASAI*, p.88-91.
5. Amershi, S., Begel, A., Bird, C., DeLine, R., Gall, H., Kamar, E., Nagappan, N., Nushi, B. and Zimmermann, T. (2019) Software engineering for machine learning: a case study. *IEEE/ACM 41<sup>st</sup> International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice*.
6. Campo, M., Amandi, A. and Biset, J. (2021a) A software architecture perspective about Moodle flexibility for supporting empirical research of teaching theories. *Education and Information Technologies*, 26(1), p.817-842.
7. Campo, M., Amandi, A., Acosta, N. and Guerrero, M. (2021b) AgileTalk: A Conversational Virtual Reality Synthetic Platform for Training in Agile Processes. *Argentine Symposium on Software Engineering, ASSE*.
8. Chenoweth, S., Linos, P. (2022) Crafting an Undergraduate Course at the Intersection of Machine Learning and Software Engineering. *IEEE Frontiers in Education Conference*.
9. Gary, K. (2015) Project-based learning. *Computer*. 48(9) IEEE, p.98-100.
10. Hulten, G. (2018) *Building intelligent systems: a guide to machine learning engineering*. Springer.
11. Kane, L. (2018) *SAFe PI Planning: A step-by step guide*. 136 pag.
12. Kery, M.B. and Myers, B. (2017) Exploring Exploratory Programming. *2017 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*.
13. March, J.G. (1991) Exploration and exploitation in organizational learning. *Organ. Sci.*, 2(1), p.71-87.
14. Pantic, M. Zwitserloot, R. and Grootjans, R.J. (2005) Teaching introductory artificial intelligence using a simple agent framework. *IEEE Transactions on Education* 48(3)
15. Scott, E., Soria, A. and Campo, M. (2017) Adaptive 3D Virtual Learning Environments – A Review of the Literature. *IEEE Trans. Learn. Technol.* 10(3), p.262-276.

16. Scott, E. and Campo, M. (2021) An adaptive 3D virtual learning environment for training software developers in scrum. Interactive Learning Environment. En prensa. DOI: 10.1080/10494820.2021.1999985.
17. Shaw, M. and Zhu, L. (2022) Can software engineering harness the benefits of advanced AI?. IEEE Software 36(6), p.99-104.
18. Su, J. and Zhong, Y. (2022) Artificial Intelligence (AI) in early childhood education: Curriculum design and future directions. Computers and education: Artificial Intelligence, vol.3.
19. Su, J., Zhong, Y., Ng, D. A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at K-12 levels in the Asia-Pacific region. Computers and education: Artificial Intelligence, vol.3.
20. Touretzky, D. Garden-McCune, C., Martin, F. and Seehorn, D. (2019) Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI?. AAAI 2019, p. 9795-9799.
21. Wooldridge, M., Jennings, N. (1995) Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review, 10(2), p.115-152.