

## MODELO DE PROCESO PARA SISTEMAS EXPERTOS. PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIOS

*Sonia Itatí Mariño y Pedro Luis Alfonzo*

*Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura,  
Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.*

### RESUMEN

Los modelos de proceso comprendidos en la Ingeniería del Conocimiento abordan aquellas fases y ciclos de fases orientadas a indagar y validar en referencia al comportamiento de los algoritmos para apoyar procesos de toma de decisiones. Diseñar, construir e implementar un sistema informático que refleje procesos decisorios en un determinado contexto debería contemplar diversos aspectos. Se seleccionó la metodología IDEAL para construir un modelo de proceso para sistemas inteligentes, se innova al integrar la Experiencia de Usuario como un aspecto clave para la evaluación en uso. Así, para determinar la satisfacción del usuario se define un método de evaluación y las técnicas asociadas.

## 1. INTRODUCCIÓN

El artículo describe una propuesta de modelo de proceso para sistemas inteligentes. Se fundamentó en la integración de tres perspectivas: i) el enfoque inteligente, centrándose en un paradigma de la Inteligencia Artificial que permite elegir un método para abordar el modelado y simulación del conocimiento de un dominio; ii) el enfoque ingenieril, dado que un sistema inteligente implica construir software considerando los métodos y las herramientas requeridos; y iii) el enfoque humano, mediatizado a través de la evaluación de la experiencia de usuario (UX).

Por lo expuesto, el modelo de proceso software adopta un enfoque interdisciplinario que se basa en la metodología IDEAL e innova al integrar la Experiencia de Usuario para lograr la aceptación del artefacto software en los destinatarios. Además, se expone un método de evaluación de la UX integrando consideraciones que median la interacción entre el software y los sujetos que intervienen en su definición y utilización, en un contexto socio-histórico-cultural determinado. El método de evaluación de la UX incluye una guía, herramienta para relevar y sistematizar las opiniones de expertos y destinatarios, con miras a lograr mejoras a través de ciclos de retroalimentación.

### 1.1. Enfoque de sistemas inteligentes

La Inteligencia Artificial (IA), como disciplina de la Ciencias de la Computación, aborda el modelado y simulación de la inteligencia humana mediante modelos. Tradicionalmente, se presenta a través de los paradigmas simbólicos, conexionistas e híbridos.

Los Sistemas Expertos (SE), una categoría de sistemas inteligentes, están comprendidos en el paradigma simbólico de la IA. Estos sistemas pueden definirse como un Sistema Basado en Conocimientos (SBC) que imita el razonamiento de un especialista. Se clasifican en deterministas, difusos y probabilísticos según el modo de procesamiento de la información que implementan

computacionalmente (Aguilar Vera et al., 2010; Britos & García-Martínez, 2004; Giarratano & Riley, 2001; Nilsson, 2001; Russell & Norving, 2004; Moret-Bonillo, 2014).

Los SE son ampliamente aplicados en diversas disciplinas, dado que en el tiempo validaron su funcionamiento adecuado en la resolución de un dominio específico y en el soporte a decisiones en el contexto.

La Inteligencia Artificial proporciona fundamentos, métodos y herramientas para simular el modo de proceder de los humanos, siendo materializados en sistemas inteligentes, construidos utilizando métodos y herramientas provistos por la Ingeniería del Software. Además, la Ingeniería del Conocimiento proporciona metodologías para construir sistemas inteligentes. Los Sistemas Basados en Conocimientos son una tipología de sistemas inteligentes.

## **1.2. Enfoque de sistemas inteligentes**

La IEEE establece la aplicación de la ingeniería al software. Define a la Ingeniería de Software (IS), como la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software. También se establecen relaciones entre los sistemas inteligentes y la IS. En este caso particular los modelos, los métodos y las herramientas de la IS viabilizan el diseño y desarrollo de los sistemas inteligentes para su utilización por los sujetos.

En la IS, un proceso de software depende de los sujetos intervinientes, quienes toman decisiones y juicios. Así, se define un modelo de proceso de software como un marco de trabajo de las tareas que se requieren para construir software de alta calidad. Se constituye en la representación abstracta de un proceso del software.

El proceso se caracteriza por brindar información parcial no son descripciones definitivas de los procesos del software. Además, se extiende y adapta para crear procesos más específicos de IS, en este caso en particular, un proceso de software inteligente que incorpore la UX en fases iterativas.

En la IS, un método facilita la producción de software de alta calidad de una forma costeable. Las herramientas pueden o no ser artefactos software que mediatizan las actividades definidas.

El modelo de proceso software que guío la construcción del sistema inteligente, se basó en la metodología IDEAL (Gómez et al., 1997). Su nombre se funda en las fases que abarca: Identificación de la tarea, Desarrollo de los prototipos, Ejecución de la construcción del sistema integrado, Actuación para conseguir el mantenimiento perfectivo y Lograr una adecuada transferencia tecnológica. Define un ciclo de vida del producto basado en el prototipaje rápido. Se fundamenta en el modelo en espiral de Boehm (1988), en el que cada fase del ciclo de vida finaliza con el desarrollo de una versión o prototipo.

## **1.3. Enfoque humano**

Otra disciplina de la Ciencias de la Computación es la Interacción Humano-Computador (HCI- por sus siglas en ingles), siendo uno de sus temas de interés el Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Particularmente, el DCU atiende se centra en asegurar la adopción de los software en los destinatarios.

El diseño de las interfaces software se puede abordar a través de la Accesibilidad, Ergonomía. Usabilidad, Amigabilidad, la Experiencia de Usuario, entre otros elementos comprendidos por el DCU. Su tratamiento debería enfocarse desde: i) una perspectiva multidisciplinar comprendida por la Interacción Hombre-Computadora, dado que estos objetos están destinados a sujetos y, ii) una mirada ingenieril para lograr software de calidad acorde a los estándares internacionales.

La Experiencia de Usuario o User Experience -por sus siglas en inglés- es un concepto muy simple y a la vez muy complejo. Expone un enfoque interdisciplinario centrado en el estudio del comportamiento humano ante productos software. Por ello, se propone integrar la UX en el ciclo de vida del desarrollo de un proyecto tecnológico y no al final del mismo.

Así, las diversas definiciones de Experiencia de Usuario abordan los aspectos subjetivos de los destinatarios, siendo que éstos juegan un rol fundamental en la adopción de un software. La UX integra los distintos conceptos tratados por el DCU, como son: Accesibilidad, Ergonomía, Usabilidad, Amigabilidad, entre otros elementos. NNG (2018) definen la UX como un "concepto integrador de todos los aspectos de la interacción entre el usuario final y la compañía, sus servicios y productos".

En Ramírez-Acosta (2017) se diferencia entre UI (*user interface*) y UX (*userexperience*). La UI trata aborda a la interfaz visual de una herramienta de *software*, y UX a la experiencia del usuario mientras la utiliza. También en Nielsen (2018) se distingue la UX total de la interfaz de usuario. Es decir, aun cuando la interfaz de usuario es relevante el contenido de un artefacto software incide en la experiencia del usuario. El desarrollo de interfaces de usuario impone a los diseñadores numerosos requisitos (Montero & Abasolo, 2015). Siguiendo a Pressmann (2010), el diseño de las interfaces software debería enfocarse desde: i) una mirada ingenieril para lograr software de calidad acorde a los estándares internacionales y ii) la Interacción Hombre-Computadora, desde un enfoque multidisciplinar dado que estos objetos están destinados al uso de los sujetos enmarcados en un determinado contexto.

También estos autores diferencian UX de Usabilidad (Nielsen, 2018). La Usabilidad como atributo de calidad de la interfaz de usuario, trata si el sistema es fácil de aprender, eficiente de usar, agradable, entre otros aspectos. Aún su importancia, se diferencia de la experiencia total del usuario. En Sierra-González (2019) se muestran los enfoques predominantes de abordaje de la Usabilidad como son la orientación hacia la teoría de Interacción Hombre-Computador y al Software Educativo. En la revisión de la literatura se evidencian los trabajos que surgen en torno a la calidad (Boehm, 1993; Mera-Paz, 2016; Escalante-Caicedo, 2019) y cómo cada propuesta se basa o modifica en función a una previa en que explícitamente o no incide el contexto.

## 2. METODOLOGÍA

En López-Zambrano et al. (2018) se establece la importancia de seguir una metodología dado que “son estructuras que comprenden un conjunto de procesos, actividades y recursos bien definidos con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados”. Además, proporcionan lineamientos para su replicabilidad en futuros estudios.

El método general abordado en el trabajo retoma el concepto de fases siguiendo a Samaja (2003). Es decir, se entiende como una sucesión de momentos que pueden solaparse, consistiendo en:

- Investigación bibliográfica documental referente a los temas involucrados en la propuesta: Ingeniería del Conocimiento, el desarrollo de los Sistemas Expertos, sus métodos y herramientas, centrándose en la metodología IDEAL (Gómez, et al., 1997).
- Investigación bibliográfica documental referente a los métodos y herramientas de la Experiencia de Usuario (NNG, 2018; Nielsen 2018; ISO 9241-210, 2010; Morville, 2004; Arhipainen & Tähti, 2003).
- Elaboración de una propuesta innovadora de modelo de proceso software para Sistemas Expertos, consistente en integrar en la metodología IDEAL la Experiencia de Usuario en determinadas etapas de la misma.
- Diseño de un método de evaluación del producto software inteligente integrando la Experiencia de Usuario, basada en la interacción de los sujetos con el producto y

considerando componentes sociales y culturales; estableciendo en que fases del modelo de proceso software se aplica y los instrumentos utilizados para la validación.

### **3. RESULTADOS**

Los resultados generados en el marco de esta investigación, se describen considerando la propuesta de modelo de proceso y el método de evaluación de UX propuesto.

#### **3.1. Modelo de proceso propuesto**

El modelo de proceso software para la construcción del sistema inteligente, se basa en la metodología IDEAL -como aporte de la Ingeniería del Conocimiento y comprendida en la Inteligencia Artificial-, integrándose algunos factores de la UX –dada la amplitud de su abordaje.

En Mariño (2019) se definió una adecuación del método IDEAL para descubrir y validar conocimiento. El modelo tecnológico se diseñó considerando los sujetos cognoscentes o actores quienes intervienen en los distintos modos de un SBC: construcción y utilización. Cada perfil tiene asignado un conjunto de privilegios y permisos que definen sus funcionalidades en el Sistema Experto, identificándose: Ingeniero de Sistemas (ISist), Ingeniero del Conocimiento (IC), Experto en el Dominio de Conocimiento (EDC), Usuarios Finales (UF). En el trabajo se entiende como: i) Ingeniero de Sistemas al perfil representado por el diseñador, desarrollador y otros especialistas de las Ciencias de la Computación; ii) Experto en el Dominio de Conocimiento a quienes brindan la información a representar y simular; iii) Usuarios Finales a los especialistas en el dominio de conocimiento, la comunidad, otros especialistas, los aprendices y/o principiantes. A continuación se describen las fases del modelo:

#### **Fase 0. Identificación de la arquitectura de la información**

En el enfoque propuesto la UX se centró en la propuesta de Morville (2004), quien indica que la arquitectura de la información de cada proyecto tecnológico debe equilibrarse entre i) los objetivos de negocio y el contexto, ii) las necesidades del usuario y el comportamiento (en el trabajo se focaliza en los EDC y los UF), y iii) el contenido.

Cabe aclarar que el contenido es tratado en la propuesta original del método IDEAL en la Fase 1 Identificación de la tarea. Siendo necesario la:

- Definición del contexto en uso. Se determinaron ciertos factores del entorno que influyen en cómo se desenvuelven los UF respecto al uso de los sistemas inteligentes.
- Caracterización de los potenciales usuarios del SBC. Se pueden aplicar encuestas y entrevistas para conocer los roles, las motivaciones, las necesidades, las habilidades.

#### **Fase 1. Identificación de la tarea**

El proceso de la Fase 1. Identificación de la tarea implica las siguientes actividades: i) Plan de requerimientos y adquisición de conocimientos, ii) Evaluación y selección de las tareas, iii) Definición de las Características de la Tarea. Además, atendiendo a la implementación de ciertos aspectos de la UX desde el inicio del modelo de proceso software, se optan por medios de indagación, para determinar los requerimientos de los EDC y los UF. Para la obtención de la información se pueden optar como instrumentos de recopilación: las entrevistas, las encuestas y las observaciones expertas aplicadas a ambos perfiles.

### *1.1. Plan de requerimientos y adquisición de conocimientos*

Se delimitan los objetivos del proyecto centrándose en la construcción de un sistema inteligente en el dominio que aportará en resolución de un problema. Se trabaja conjuntamente con los especialistas o EDC, quienes tienen dominio del conocimiento específico.

Es imprescindible la aplicación de los requisitos de fiabilidad y calidad, tanto de los conocimientos explicitados como de las respuestas brindadas ante una situación problemática. Se entrevistan a especialistas en el dominio, y otros usuarios para corroborar la viabilidad y el aporte de introducir esta tecnología de la IA como complemento en el proceso de toma de decisiones. Cabe aclarar que el conocimiento de los EDC para proponer una solución se genera mayoritariamente de la experiencia y de un conjunto de heurísticas. Esta tarea se aborda en profundidad en la Fase 2.

### *1.2. Evaluación y selección de la tarea*

Se obtiene información para definir el grado de dificultad de las tareas a desarrollar, es decir, el proceso de identificación mediado por tecnologías inteligentes. El estudio abordado demostró su complejidad, dado que el conocimiento disciplinar pertenece a los EDC, quienes a través de la observación y la puesta en escenas de procesos inferenciales lo explicitan.

### *1.3 Definición de las características de la tarea*

Involucra una descripción técnica completa formalizando las solicitudes de los EDC y UF. Se explicitan los requerimientos funcionales, operativos, de interfaz y de soporte. Entre los requerimientos no funcionales se destaca la definición de criterios atinentes a las interfaces de usuario, en este trabajo centrado en la Experiencia del Usuario.

En síntesis, las actividades de la Fase 1 se orientan a determinar la viabilidad del proyecto, el que se considera factible atendiendo los antecedentes relativos a desarrollos de sistemas inteligentes para apoyar la toma de decisiones en diversos dominios.

## **Fase 2. Desarrollo de los prototipos**

El proceso de la Fase 2 tiene como meta el desarrollo de las distintas versiones de los prototipos.

Entre algunos métodos aplicables en UX se mencionan métodos de indagación, de prototipado y categorización, de inspección y de test (Hom, 1998). Integrando la UX en el modelo de proceso del sistema inteligente propuesto, se evalúa la reacción del usuario ante la interfaz. El prototipo permite testear y verificar una idea, y mejorar, generar preguntas y validar hipótesis de los EDC y los UF.

### *2.1 Concepción de la solución*

Se elabora el diseño general del prototipo de sistemas inteligentes contemplando el análisis previo. Se emplean técnicas de modelado para explicar el conocimiento obtenido de los EDC o el proporcionado por otras fuentes de datos.

### *2.2 Adquisición de conocimientos y conceptualización de los conocimientos*

Los conocimientos pueden adquirirse desde diversas fuentes documentales (libros, publicaciones, bases de datos, entre otras) y de los EDC. Se diseñan e implementan entrevistas y cuestionarios a especialistas.

El proceso de extracción de conocimientos permite: i) incrementar la familiaridad con la terminología del dominio, ii) determinar necesidades de datos para representar el conocimiento del dominio.

Este proceso puede ser unipersonal o multi-especialista. Es decir, con la intervención de una o varias fuentes de información. Combinar e integrar la experticia proporcionada por varios especialistas asegura una perspectiva holística y ofrece una mejor respuesta para afrontar el problema planteado.

El modelado del sistema inteligente tiene como objetivo fundamental determinar con precisión, completitud y corrección las funcionalidades previstas, utilizando diagramas proporcionadas por técnicas de la Ingeniería de Requerimientos. El IC debe ser hábil en descubrir los valores de las variables objetivo y las variables evidenciales a partir de su comunicación con el EDC, y posteriormente ser capaz de lograr la aceptación en el diseño propuesto. Según Morville (2004) se vincula con el contenido del sistema.

### *2.3 Formalización de los conocimientos*

Se proponen las siguientes actividades para formalizar los conocimientos:

- Selección de los formalismos de representación de las necesidades basado en técnicas de la Ingeniería de Requerimientos como: i) el modelo funcional, representado con diagramas de casos de uso descriptivos de las funcionalidades del sistema inteligente desde el punto de vista del UF; ii) el modelado dinámico para representar el comportamiento interno del sistema inteligente. Se realizan los Diagramas de Secuencia descriptivos del comportamiento entre el conjunto de objetos del sistema inteligente propuesto, y los Diagramas de Gráficas de estado que reflejan el comportamiento desde el punto de vista de estados de un objeto individual, y las transiciones posibles entre ellos.
- Aplicación de métodos de Aprendizaje Automático para obtener las variables evidenciales relevantes o la generación de reglas.
- Diseño detallado del sistema inteligente, abarca la definición de los componentes esenciales del sistema inteligente, y los módulos que otorgan calidad: el subsistema de explicación, el subsistema de adquisición de conocimientos y el control de coherencias. Además, se deben considerar las interfaces de comunicación con el usuario y con otros sistemas informáticos, dado que tanto éstos como el sistema inteligente pueden tratarse como subsistemas comprendidos en un sistema informático de mayor alcance y complejidad.
- Construcción de la Base de Conocimientos a partir de la información adquirida. Las técnicas utilizadas se adecuarán según el paradigma inteligente elegido.

### *2.4 Desarrollo del sistema inteligente*

Aborda la construcción del sistema inteligente. Previo a su codificación se debe optar por la herramienta para el desarrollo computacional. Estas pueden facilitar la construcción de los distintos componentes o en ciertos casos se deben programar en detalle.

### *2.5 Evaluación y validación*

En la evaluación de los resultados se trata la fiabilidad de las respuestas brindadas por un sistema inteligente, siendo éste un aspecto sensible y que afecta a la toma de decisiones. Puede entenderse como una tarea compleja, estos sistemas se construyen para contextos en los que las decisiones son en gran medida discutibles.

Las fases iniciales del diseño del sistema inteligente se asocia con el análisis de riesgo planteado por el Modelo en Espiral (Boehm, 1988). Éste puede basarse en los requerimientos iniciales,

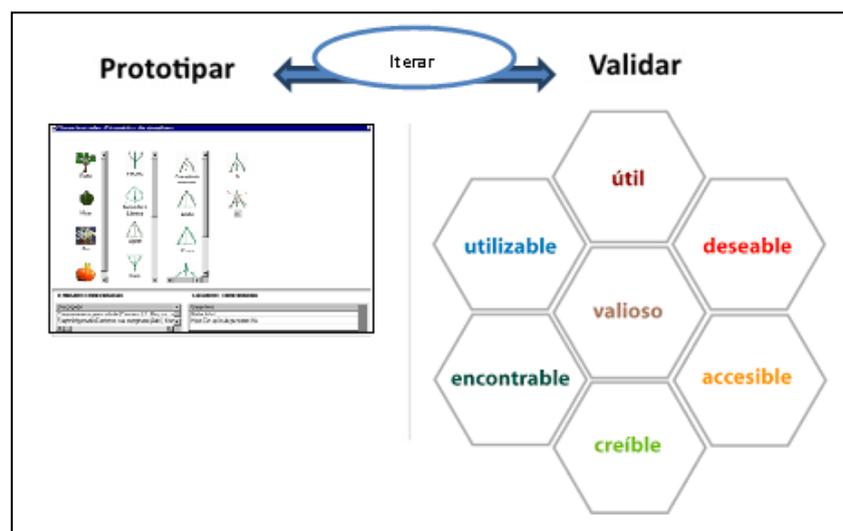
y en las reacciones de los usuarios; y abarcar cuestiones inherentes a presupuestos, tiempos, costos, entre otros. Cabe aclarar que en la generación de prototipos se utiliza como un mecanismo de reducción de riesgo.

A medida que se evoluciona con el desarrollo de los prototipos en la Fase 2, se definen como estrategias: casos de prueba y ensayo en paralelo; para validar los resultados proporcionados en diversos escenarios asociados al dominio de conocimiento. Se procede con:

- Verificación del cumplimiento de la especificación de requerimientos indicados en la Fase 1.3. Implica la interacción entre el ISist y el EDC.
- Validación de la corrección y la confiabilidad de los resultados. Se verifica que el algoritmo inteligente funcione como debería, es decir, si se brinda la respuesta esperada. Implica la interacción entre el IC y el EDC.
- Validación de la Experiencia de Usuario. Se inicia esta fase al cumplimentarse las dos previas. La Figura 1 representa la innovación propuesta en el trabajo, al integrar la evaluación de la UX. En cada iteración se valida la UX en el prototipo, considerando la perspectiva del EDC y el UF.
- Evaluación de la UX. Se incorpora en el modelo de proceso software. Se realiza desde las etapas iniciales aplicada a los prototipos generados, para asegurar su adopción por parte de los destinatarios. Se proponen como técnicas la observación de expertos y cuestionarios. Para ello, se debe definir qué factores evaluar considerando las necesidades de los usuarios, el contenido, y el contexto. Morville (2004) propone el análisis de la Experiencia del Usuario considerando siete fases o propiedades que debería cumplir un sitio web: Útil, Usable, Deseable, Encontrable, Accesible, Creíble y Valioso. Lo expuesto puede aplicarse para evaluar la UX en otros tipos de sistemas informáticos, considerados en la categoría Productos de la Tabla 1.
- Si el prototipo no satisface la UX se deberá redefinir el prototipo hasta lograr el cumplimiento de los factores indicados como relevantes.

El prototipo validado a partir de la UX, facilitaría continuar con la Fase 2.6.

*Figura 1. Integración de UX en la generación de prototipos.*



Fuente: propia de la investigación.

## *2.6 Definición de nuevos requisitos, especificaciones y diseño*

El sistema inteligente se diseña y desarrolla incrementalmente. En esta esta fase se re-definen los requisitos, especificaciones y diseño que se explicitarán en el siguiente prototipo. A continuación se prosigue desde 2.1 a 2.6

En cada prototipo implementado se realizan pruebas, para comprobar el funcionamiento del sistema inteligente y la opinión del usuario.

Además, se contemplan pruebas de implementación al integrar el prototipo de sistema inteligente en el sistema informático y como un todo en el entorno real de operación.

En la generación del sistema inteligente se desarrolla lo explicitado en la Fases 1 y Fase 2.

### **Fase 3. Ejecución de la construcción del sistema integrado**

Un sistema inteligente puede constituir un subsistema de sistemas informáticos más complejos con los cuales interactúan, es decir, se ejecutan las tareas de integración mencionadas en la Fase 3.

Por ello, se propone diseñar y desarrollar otros subsistemas con los que se integrará el sistema inteligente basándose en el modelo evolutivo incremental, dado que sus prototipos reflejarán sucesivamente los requerimientos de los UF y los EDC. A continuación se mencionan las actividades relacionadas al proceso de construcción del sistema integrado.

#### *3.1 Requisitos y diseño de la integración con otros sistemas*

Consiste en el estudio y diseño de interfaces, así como la interconexión con otros sistemas hardware y software.

#### *3.2 Implementación y evaluación de la integración*

En esta etapa se incorpora el sistema inteligente a otros sistemas hardware y software existentes. Se diseñarán escenarios de validación.

#### *3.3 Aceptación del sistema inteligente por el usuario*

Se define como la instancia final de evaluación y aceptación de los EDC. Se esperan mínimos cambios dado que progresivamente se desarrollaron evaluaciones y validaciones con los distintos subsistemas.

### **Fase 4. Actuación para conseguir el mantenimiento**

El proceso de la Fase 4 establece la evolución del artefacto software mediante el mantenimiento correctivo y perfectivo. Este último es esencial debido a las características específicas del sistema inteligente, dado que además del aumento de funcionalidades, se efectúa la incorporación de nuevos conocimientos derivados de su uso.

#### *4.1 Definir el mantenimiento del sistema global*

Se recurre a técnicas y herramientas de la IS con fines de aplicar el mantenimiento en el artefacto con fines de asegurar su real uso.

#### *4.2 Definir el mantenimiento de las bases de conocimientos y otros componentes*

Un sistema inteligente es un sistema rebatible, por ello se debe estudiar y definir como se implementará la actualización y mantenimiento del conocimiento formalizado para su procesamiento, a fin de asegurar su perdurabilidad en el tiempo para procesos asociados a la toma de decisiones.

#### *4.3 Adquisición de nuevos conocimientos*

Se diseña un mecanismo para la inclusión y formalización de nuevos conocimientos. El prototipo contempla la introducción de un módulo de almacenamiento temporal de nueva información para su validación y el control de la coherencia general del sistema inteligente. Se prevé una funcionalidad que ante variables evidenciales y sus valores como también nuevas variables objetivo no contempladas, el sistema inteligente registre los nuevos casos detectados para su posterior procesamiento según el modelo inteligente para simular a los EDC. En esta fase se establecerán los mecanismos para lograr la implementación de un sistema auto regulable, implicaría la definición del subsistema de Adquisición de Conocimientos.

### **Fase 5. Lograr una adecuada transferencia tecnológica**

Todo sistema informático requiere su aceptación y utilización cotidiana. Este aspecto se manifiesta cómo relevante cuando el sistema inteligente se utilizará por los UF, es decir, los perfiles comprendidos bajo la denominación ISist e IC cederán la administración del conocimiento.

Definido el contexto socio-cultural-científico en donde se implementa el modelo de sistema inteligente, se planifican las siguientes actividades para asegurar su empleo eficiente y adopción por los destinatarios.

#### *5.1 Organizar la transferencia tecnológica*

Se establecen acciones de capacitación entre los participantes: IC, EDC y UF. Básicamente, se adiestra en cómo administrar el conocimiento utilizando el sistema inteligente y la documentación de soporte. Además, la interacción entre los IC, EDC y UF centrada en la Experiencia de Usuario, aportaría información respecto a patrones de comportamiento constituyéndose en información de retroalimentación para la mejora del sistema.

#### *5.2 Completar la documentación*

Todo desarrollo tecnológico debe disponer de manuales amigables y legibles orientados a los perfiles de usuario. Su redacción es una buena práctica asociada a todas las fases del ciclo de vida del software y asegura disponer con un sistema inteligente reusable y adaptable.

### **3.2. Propuesta del método para evaluar la Experiencia de Usuario**

Arhippainen & Tähti (2003) proponen evaluar la UX basada en la interacción entre la persona y el artefacto en un cierto contexto, y en que se contemplan elementos sociales y culturales. Morville (2004) expone la evaluación de la UX atendiendo a siete aspectos que debería cumplir un desarrollo web, y se propone adecuar a un sistema inteligente dado que ambos se tratan de sistemas informáticos. Establece que: i) Útil. Se definen soluciones innovadoras que otorgan más utilidad al producto o sistema; ii) Usable. Se relaciona con la facilidad de uso; la usabilidad es necesaria pero no suficiente; iii) Deseable. Se debe equilibrar la eficiencia con otros factores vinculados con el diseño emocional; iv) Localizable. Se deben diseñar sistemas navegables y objetos localizables; v) Accesible. Se define el acceso a los contenidos para personas con algunas discapacidades; vi) Creíble. Se orienta a diseños que

influyan en la credibilidad y confianza de los usuarios; vii) Valioso. Se debe ofrecer valor añadido para mejorar la satisfacción del usuario.

En Mariño & Alfonzo (2018) se indicó que la propuesta descrita en Arhippainen & Tähti (2003) es abarcativa, dado que contempla al sujeto, el producto, los factores sociales y culturales y el contexto de uso. En este trabajo se integran ciertos factores propuestos por ambos autores en un método de evaluación de la UX para los SBC (Tabla 1).

La Tabla 1, lista en su primera columna los factores considerados por cada autor; en la segunda y la tercera columna se indican los factores mencionados en cada uno de estos. Las columnas cuatro a seis muestran las distintas técnicas propuestas para evaluar la UX asociada a estos factores. Finalmente, las tres últimas columnas muestran como el modelo de proceso software propuesto para sistemas inteligentes abarca:

- I. Caracterización de los usuarios antes de iniciar la experiencia;
- II. Evaluación en el proceso del desarrollo del SBC (Fase 2.5), y
- III. Evaluación aplicada al producto transferido (Fase 5).

Por lo expuesto, se contemplaron los distintos momentos de un proceso: antes de iniciar la UX, durante la interacción del EDC con el sistema inteligente o mediando su utilización por el UF.

*Tabla 1. Método de evaluación de la UX aplicada a un Sistema Basado en Conocimiento.*

Factores	Autores		Técnicas			Fases del modelo		
	Arhippainen & Tähti (2003)	Morville (2004)	Observación	Entrevista	Encuesta	0	2.5	V
<b>Usuario</b>	X							
Expectativas del usuario				X	X	X	X	
Experiencias previas en sistemas inteligentes				X	X	X		
Características físicas			X		X	X		
Personalidad				X	X	X		
Habilidades en TI			X	X	X	X	X	
Motivación				X	X	X		
Habilidades en el uso de distintas expectativas			X			X		
<b>Producto</b>		X						
Útil				X	X		X	X
Deseable				X	X		X	X
Accesible				X	X		X	X
Usable				X	X		X	X
Encontrable				X	X		X	X
Creible				X	X		X	X
Valioso				X	X		X	X
<b>Factores culturales</b>	X							
Lenguaje				X		X	X	X
Símbolos familiares				X		X	X	X
Disponibilidad de sistemas informáticos en el contexto				X		X	X	X
<b>Factores sociales</b>	X							
Los usuarios se apoyan en el moderador - facilitador.			X	X		X	X	X

El software como dispositivo del intelecto humano requiere la evaluación de las experiencias de sus usuarios. Además, se reconoce que el sujeto-usuario de un producto software está situado en un entorno por lo cual se podría inscribir en los abordajes socio-culturales en la línea presentada por Barchini & Sosa (2004) quienes indican que la informática es una disciplina bio-psicosocial.

A los efectos de validar la UX del SBC, se elaboró un instrumento centrado en el factor “Producto” descrito en la Tabla 1. Como instrumentos de obtención de información relativa a la evaluación de la UX, se diseñó una encuesta aplicable a los sujetos intervinientes según lo explicitado en la Figura 1, el especialista del dominio o el usuario final.

La encuesta se compone de dos secciones. En la primera se caracteriza al encuestado. En la segunda, se percpciones del usuario basadas en los factores definidos por Arhippainen & Tähti (2003). Cada ítem se construye con una escala Likert de 5 puntos y se valoran con la siguiente puntuación: 5: Totalmente de acuerdo; 4: De acuerdo; 3: Neutro; 2: En desacuerdo; 1: Totalmente en desacuerdo. Como instrumentos de recopilación de información se proponen encuestas, entrevistas y observación directa respecto al comportamiento del sujeto ante el uso del sistema.

Figura 2. Propuesta de evaluación de la UX centrada en el factor Producto.

**Sección 1.** Caracterización del usuario  
 Tipo de Usuario: EDC / UF  
 Sexo: .....  
 Edad: .....  
 ¿Cuáles son sus expectativas como usuario del sistema inteligente?  
 ¿Qué habilidades en el uso de herramientas TI dispone?  
 ¿Dispone de experiencias previas en el empleo de sistemas inteligentes para apoyar procesos decisorios? En caso afirmativo, explicitar.  
 ¿Que lo motiva a utilizar sistemas inteligentes?

**Sección 2.** Encuesta de evaluación del factor producto para medir la UX en sistemas software  
 Se solicita completar, marcando con una “X”, las afirmaciones asociadas a los factores.

Sub-Factores	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<b>Útil</b>					
Se comprende su objetivo					
Es claro a quien está dirigido					
El texto de las interfaces es descriptivo					
La información proporcionada es útil					
Las funcionalidades son útiles					
Se reflejan los patrones mentales de sus destinatarios					
<b>Deseable</b>					
Ayuda cuando se comete algún error					
Explica el error cometido para superarlo y no repetirlo					
Utiliza un lenguaje amigable					
Informa de las acciones realizadas					
Minimiza el trabajo mental del usuario					
<b>Accesible</b>					
Dispone de texto legible					
Ofrece opciones para usuarios con discapacidad visual					
Permite modificar la fuente y tamaño de fuente					
<b>Usable</b>					
Es fácil de navegar					
El diseño es lógico					
Los iconos tienen sentido					
La estructura, el texto y las imágenes son coherentes					

Se reconoce la opción activa					
<b>Encontrable</b>					
El acceso al menú principal es claro					
Se reconocen las funcionalidades					
Se reconocen las opciones en las funcionalidades					
<b>Creíble</b>					
El resultado es fiable					
La información proviene de fuentes comprobables					
Informa de sus responsables intelectuales					
Dispone de contenido inconsistente					
Ofrece contenido actualizado					
Justifica la respuesta					
Requiere niveles de acceso a la información					
<b>Valioso</b>					
Brinda respuesta oportuna y a tiempo					
Cumple el objetivo que guió su creación					
Cumple las expectativas de los usuarios					

Fuente: elaboración propia.

Para cuantificar la UX centrada en el factor producto se propone el siguiente indicador de satisfacción. La ecuación (1) se aplica a cada sub-factor del producto software evaluado (Útil, Deseable, Accesible, Usable, Encontrable, Creíble y Valioso), representado en la columna 1 de la sección 2 en la Figura 2.

<p>Indicador de satisfacción de cada sub-factor</p> $\sum_{i=1}^X Si$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>i</b>: representa cada una de las preguntas en cada Sub-factor.</li> <li>• <b>Si</b>: representa la puntuación obtenida por cada pregunta de un determinado Sub-factor y asumen los siguientes valores de acuerdo a la escala de Likert: (1)-Totalmente de acuerdo; (0,5)-De acuerdo; (0)-Neutro; (-0,5)-En desacuerdo y (-1)-Totalmente en desacuerdo).</li> <li>• <b>X</b>: representa la cantidad de preguntas de cada Sub-factor.</li> </ul>	(1)
---	--	-----

En la Tabla 2, a modo de ejemplo, se presenta la posible puntuación obtenida por el sub-factor “Usable”. Posteriormente se visualiza el “Indicador de satisfacción” del sub-factor evaluado, obtenido al aplicar la formula descripta anteriormente.

Tabla 2. Puntuaciones del Sub-factor “Usable”.

Sub-factores	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<b>Usable</b>					
Es fácil de navegar	1				
El diseño es lógico	1				
Los iconos tienen sentido	1				
La estructura, el texto y las imágenes son coherentes			0		
Se reconoce la opción activa				-0,5	

**Indicador de satisfacción del Sub-factor “Usable”** = 1 + 1 + 1 + 0 + (-0,5) = 2.5

El indicador de satisfacción correspondería a la percepción de un sujeto evaluador frente cada Sub-factor. Si se disponen de “n” evaluadores el cálculo del indicador se expresaría como (2):

$$\text{Indicador de satisfacción promedio} = \frac{\sum_{i=1}^X S_i}{n} \quad \text{Donde “n” representa a la cantidad de evaluadores.} \quad 2)$$

A partir del “indicador de satisfacción promedio” de cada Sub-factor, se establecería un ranking a fin de determinar cuál de los Sub-factores representa un menor valor de modo de implantar las acciones correctivas necesarias.

#### 4. CONCLUSIONES

En el artículo se expone un enfoque interdisciplinar integrando sistemas inteligentes, ingeniería del software y Experiencia de Usuario. Específicamente, se innovó al introducir la evaluación de la UX en la propuesta original de la metodología IDEAL que facilita la construcción de software inteligente. Por ello, se procedió a:

- La inclusión de la Fase 0. Identificación de la arquitectura de la información.
- La modificación de la Fase 2. Desarrollo de los prototipos, específicamente la sub-fase 2.5. Evaluación y validación, orientada a evaluar la UX con los expertos del dominio de conocimiento.
- La modificación de la Fase 5 de la metodología IDEAL identificada como “Lograr una adecuada transferencia tecnológica” orientada a evaluar la UX con los usuarios finales.

La inclusión de la UX en el modelo de proceso implicó un proceso de retroalimentación hacia fases anteriores, para cumplimentar los intereses y los requerimientos de los especialistas y destinatarios de los artefactos tecnológicos.

Por otra parte, dada la complejidad en la captura de la experiencia el usuario, se elaboró un método para sistematizar los factores a contemplar en la propuesta basada en los autores seleccionados y expresados en la Tabla 1. Además, con fines de validación, la métrica definida se aplicó en la evaluación del factor Producto contemplando lo especificado en la Tabla 1.

Como líneas de trabajo futuras, se menciona el diseño de una herramienta informática que valore automáticamente la experiencia de usuario aplicada en los sistemas inteligentes.

#### Reconocimientos

Trabajo elaborado en el marco del proyecto de investigación: “TI en los Sistemas de Información: modelos, métodos y herramientas”, Acreditado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.

#### 5. REFERENCIAS

AGUILAR VERA, R.A.; DÍAZ MENDOZA, J.C.; GÓMEZ CRUZ, G.E. & BOJÓRQUEZ, E.L. (2010): *Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento: Tendencias de Investigación e Innovación Tecnológica en Iberoamérica*. Alfaomega Grupo Editor, S. A.

- ARHIPAINEN, L. & TÄHTI, M. (2003): Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptive Mobile Application Prototypes. Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia. 27-34.
- BARCHINI, B.G. & SOSA, M. (2004): “La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar”. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, 11(2), 1-11.
- BOEHM, B.W. (1993): “Software and its impact: A quantitative assessment”. Datamation, Vol. 19, 48-59.
- BOEHM, B. (1988): A Spiral Model of Software Development and Enhancement. IEEE, pp. 61-72.
- BRITOS, P.V. & GARCIA-MARTINEZ, R. (2004): *Ingeniería de Sistemas Expertos*. Ed. Nueva Librería.
- ESCALANTE-CAICEDO, A.B. (2019): “Modelo para el desarrollo y evaluación de la usabilidad en sistemas de interacción tangible desde la perspectiva del diseño centrado en el usuario”. Entorno, (67), 142-156. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i67.7488>
- GIARRATANO, J. & RILEY, G. (2001): *Sistemas Expertos. Principios y Programación*. Ed. Paraninfo.
- GÓMEZ, A.; JURISTO, N.; MONTES, C. & PAZOS, J. (1997): *Ingeniería del conocimiento*, Ed. CEURA.
- HOM, J. (1998): The Usability Methods Toolbox. <http://jthom.best.vwh.net/usability/>
- ISO 9241-210:2010. Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:52075>
- LÓPEZ-ZAMBRANO, J.; MOREIRA-PICO, J. & ALAVA-CAGUA, N. (2018): “Metodología para valorar y clasificar herramientas de evaluación de accesibilidad web”. E-Ciencias de la Información, 8(1).
- MARIÑO, S.I. & ALFONZO, P. (2018): “Experiencia de usuario, un estudio de propuestas existentes”. Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información-CICCSI 2018. Argentina.
- MARIÑO, S. I. (2019): Modelo de gestión de conocimiento como apoyo a la toma de decisiones basado en una tecnología inteligente. Descubrimiento y validación en dominios botánicos. Tesis presentada para optar al Grado de Doctor en Ciencias Cognitivas, Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- MERA-PAZ, J.A. (2016): “Análisis del proceso de pruebas de calidad de software”. Ingeniería Solidaria, 12(20), 163-176.
- MONTERO, F. & ABASOLO, M.J. (2015): “La usabilidad en los estándares internacionales relacionados con calidad: Definición, logro y evaluación”. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- MORET-BONILLO, V. (2014): Representación del Conocimiento y Razonamiento Automático. Departamento de Computación. Facultad de Informática. Universidad de A Coruña.
- MORVILLE, P. (2004): User Experience Design. Semantic Studios. <http://semanticstudios.com/publications/semantics/000029.php>
- NNG (2018): Nielsen & Norman Group. <https://www.nngroup.com>
- NILSSON, N. (2001): *Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis*. McGraw-Hill/Interamericana de España Companies.
- NIELSEN, N. (2018): User Experience-Our Definition. Nielsen & Norman Group. <http://www.nngroup.com/about/userexperience.html>
- PRESSMANN, R. (2010): *Ingeniería del Software*. Ed. Prentice Hall.
- RAMÍREZ-ACOSTA, K. (2017): “Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo”. Revista Tecnología en Marcha, 30(5), 49-54.
- RUSSELL, S.J. & NORVING, P. (2004): *Artificial Intelligence. A Modern Approach*. Ed. Prentice-Hall Inc.
- SAMAJA, J. (2003): *Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la Investigación Científica*. Ed. EUDEBA
- SIERRA-GONZÁLEZ, J.C. (2019): Métodos de Evaluación de Usabilidad para Sistemas de Información Web: Una revisión. [http://bdigital.unal.edu.co/54171/1/m\\_usabilidad.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/54171/1/m_usabilidad.pdf)