



Facultad de Ingeniería Informática
Universidad Tecnológica de La Habana
José Antonio Echeverría
cujae

Informe de Prácticas Profesionales II

*Sistema para el entrenamiento de operarios en la Industria
Alimentaria Cubana*

Autor: Mónica Montoto Montané
Tutor: Dra. Raisa Socorro Llanes

La Habana, Cuba

17 de junio de 2022

Introducción

En la actualidad, el desarrollo tecnológico se ha convertido prácticamente en una obligación para la mayoría de los entornos laborales, industriales y sociales. En un mundo tan globalizado, que avanza y se supera con una rapidez vertiginosa, no resulta de extrañar que se exijan mejores condiciones y prestaciones. A partir de estas demandas, surge la necesidad de establecer nuevas técnicas en las grandes empresas que, de manera automática, faciliten todo tipo de actividades, desde lo laboral y comercial, hasta lo cotidiano [1]. Estas exigencias requieren nuevos retos, además de los tecnológicos. Los avances técnicos traen consigo la necesidad de contar con factores humanos capacitados para responder ante el nuevo desarrollo científico [2]. Estadísticamente, la tarea no resulta sencilla para aquellos trabajadores que su vida ha sido lejos de un ordenador.

Cuba no está ajena a esta nueva revolución tecnológica. El país está abocado a la creación y fortalecimiento de programas de posgrado que consoliden, complementen, profundicen y originen nuevos conocimientos, inmersos en áreas relacionadas con estos cambios de la era digital. De esta forma se proporcionan herramientas para afrontar retos, tomar decisiones y solucionar problemas de la sociedad cubana en general [1]. El empleo de una tecnología de software propia reduce el tiempo de desarrollo y puesta marcha de la misma, minimiza el costo, aporta gran flexibilidad y eficiencia en las operaciones, mejora significativamente la trazabilidad de los procesos y facilita el trabajo a partir de diseños amigables de la interfaz hombre-máquina [3]. Es por ello que, nuestro país, constantemente trabaja en función de desarrollar nuevos sistemas que permitan un avance técnico.

Por citar un ejemplo, la Industria Farmacéutica Cubana está compuesta por procesos tecnológicos de elevada complejidad, que necesitan cumplir con exigentes indicadores de calidad en la producción de medicamentos. A esta industria se le empleó una metodología que permitió automatizar la mayoría de sus procesos. Esta, ha significado un ahorro al país superior a tres millones y medio en moneda convertible en los últimos cinco años, un gran beneficio gracias al avance tecnológico [4].

En ocasiones, las ventajas competitivas que se obtienen con el uso de la tecnología, pueden verse afectadas por diversos riesgos, lo que provoca una posibilidad de pérdida hacia el futuro. Aunque son un hecho probabilístico sobre el que se tiene cierta incertidumbre, porque pueden ser provocados por factores internos o externos a la organización, tienen el poder de originar efectos indeseados en el cumplimiento de los objetivos de las instituciones. Ante esta realidad, ha surgido como necesidad la gestión de riesgos, con el propósito de lograr ejercicios de planeación y ejecución más acertados. De esta situación no escapa la Industria Cubana y como parte de ella la Industria Alimentaria [5].

La Industria Alimentaria Cubana juega un rol muy importante dentro de la economía del país. Se caracteriza por trabajar de manera ininterrumpida, con un personal que cambia frecuentemente. Esta situación dificulta el entrenamiento de sus procesos productivos, ya que no cuenta con suficientes especialistas para la capacitación de los trabajadores. Al generarse una falla en un proceso, existe el inconveniente de una posible ausencia de expertos que encuentren una solución al problema, ya que todos los técnicos no tienen el mismo nivel de preparación para tomar decisiones ante fallas en determinadas circunstancias. En este caso, resulta entonces

necesario paralizar el proceso productivo hasta localizar al experto que solucione el problema detectado, lo que genera pérdidas de recursos e incumplimiento del tiempo de producción [6].

El Instituto de Investigación de la Industria Alimentaria (IIIA) posee un capital humano especializado y de prestigio que, a lo largo de los años, logró resultados científico-técnicos consistentes en la creación de aditivos, extensores alimenticios y la fortificación con vitaminas y minerales de alimentos seleccionados. El propósito de esta institución es lograr ventajas competitivas sostenibles en las industrias de nuestro país anaMailen. Para darle solución al problema de la Industria Alimentaria Cubana, este instituto, en conjunto con las facultades de Ingeniería Química e Ingeniería Informática (ambas de la CUJAE), desarrolló un Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT) y un Generador de Bases de Conocimientos. Estos sistemas fueron diseñados para capacitar a los operadores de las plantas de producción ante las diferentes fallas que se puedan presentar, solucionando la problemática inicial planteada anteriormente.

El Generador de Bases de Conocimientos es el encargado de crear las bases de información para los diferentes procesos químicos que ocurren en una fábrica. Cada base contiene un grupo de variables, cada una con sus características y clasificaciones. De cada variable se conocen las causas que pueden provocar un estado de riesgo o alarma en las mismas. De cada causa, se conocen las recomendaciones a seguir para minimizar los riesgos en el proceso productivo. A partir de estos datos, el generador elabora un conjunto de ficheros que luego serán utilizados por el sistema SECPROIT [7].

El Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT) tiene como objetivo asesorar la toma de decisiones durante la ejecución de un proceso. A partir de los datos obtenidos por el Generador de Bases de Conocimiento, este sistema produce un conjunto de entrenamientos para los operarios de la fábrica. En cada prueba, el usuario debe escoger las variables que considere en estado de alarma, señalar sus posibles causas y seleccionar las recomendaciones a seguir. Cada prueba contiene tres etapas: variables, causas y recomendaciones. Estas evaluaciones son utilizadas para advertir los conocimientos de los trabajadores y la capacidad que posee cada uno [8].

Actualmente el sistema posee ciertas limitaciones que afectan el resultado final buscado:

- el operario solo puede realizar el entrenamiento una vez, es decir, solo se evalúa el contenido de un proceso una vez, lo que limita la capacidad de superación del trabajador
- todas las etapas de evaluación se encuentran continuas y no influyen de manera determinante en el resultado final, es decir, se puede suspender una etapa y aprobar dos, sin importar la relevancia de la primera
- la última etapa (las recomendaciones) no se evalúan correctamente, ni muestran los resultados obtenidos
- la interfaz de usuario no es intuitiva, por lo que algunos usuarios no llegan a comprender su funcionamiento
- las interfaces del sistema son poco atractivas con colores muy oscuros, lo que provoca que el usuario niegue su uso

Partiendo de esta **situación problemática** resulta necesario desarrollar un nuevo sistema, tomando como base el SECPROIT. Esta actualización debe poder resolver el **problema de investigación** principal: Lograr una correcta y completa capacitación de los operarios ante los procesos productivos de la fábrica.

Es por ello que, como **objetivo general** de la investigación, se tiene:

- Generar un nuevo sistema que no contenga las limitaciones del SECPROIT, pero que realice las mismas funciones que este.

Para poder conseguir este objetivo general, se deben cumplir los siguientes **objetivos específicos**:

- Analizar el sistema SECPROIT para definir las operaciones que se pueden aprovechar y las limitaciones que se deben eliminar
- Modelar el nuevo sistema e identificar los requisitos que debe cumplir
- Diseñar la base de datos del nuevo sistema a partir del modelado anteriormente realizado
- Completar el diseño de la solución a partir de los resultados obtenidos en los objetivos anteriores
- Programar el nuevo sistema
- Realizar diseño y ejecución de pruebas al nuevo sistema creado
- Desplegar la nueva aplicación en la facultad de Ingeniería Química

Con estos objetivos se deben cumplir un conjunto de tareas que facilitarán el proceso de desarrollo del sistema. Estas **tareas específicas** son:

- Investigar los tipos de sistemas de entrenamientos existentes, así como ejemplos de evaluaciones y calificaciones que se pueden aplicar en los mismos
- Realizar diagrama de casos de uso, diagrama de base de datos, diagrama de clases y algún otro tipo de diagrama necesario para un mejor entendimiento de los diseños propuestos
- Implementar la carga de la base de conocimiento, que permite realizar los entrenamientos en el nuevo sistema
- Implementar generación de preguntas asociadas a la evaluación del estado de las variables
- Implementar generación de preguntas asociadas a la evaluación de las causas asociadas a las causas del estado de una variable
- Implementar generación de preguntas asociadas a la evaluación de las recomendaciones asociadas al estado de una variable
- Implementar la configuración del proceso de evaluación asociado a un proceso específico
- Implementar el proceso de conexión con el JBOSS para obtener las respuestas correctas para las preguntas asociadas a las causas y recomendaciones
- Implementar el proceso de evaluación parcial de cada etapa
- Implementar la funcionalidad que permita obtener los reportes asociados a los avances de cada operario, proceso y área
- Implementar el proceso de evaluación integral del operario en un proceso
- Implementar la funcionalidad que permita gestionar la administración del sistema
- Ejecución de las pruebas y experimentos al nuevo sistema

Los **objetos de estudio** de esta investigación son los sistemas de entrenamiento, los sistemas expertos y los sistemas de información inteligentes basados en reglas de producción. De este conjunto, se centra la atención en el **campo de acción** que comprende el Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT).

Como **artefacto de salida** se logrará un sistema de entrenamiento (una aplicación práctica) que permite capacitar a los operarios de las Industrias Alimentarias. En una primera prueba, se desea implementar este sistema resultante en las Industrias Azucareras Cubanas, obteniendo un **valor práctico** de gran importancia para la sociedad.

Capítulo I: Fundamentos Teóricos

El presente capítulo abarca los principales temas que se abordan a lo largo de la investigación. Se detalla qué es un sistema de capacitación, su importancia, sus tipos de preguntas y los modelos de calificación que siguen. Además, se plantea el concepto de sistemas expertos, junto a sus características más notables y su importancia. También estarán explicadas algunas de las funcionalidades del Sistema de Entrenamiento SECPROIT, sus componentes y rendimiento. Al final del capítulo se observan conclusiones parciales a modo de resumen del mismo.

1.1 Sistemas de Capacitación

La capacitación laboral es un método aplicado por las empresas para que su personal adquiera nuevos conocimientos profesionales. Por lo general, se produce ante un ascenso o incorporación, aunque no son los únicos motivos. Lo ideal es que se desarrolle de forma continúa, ya que la constante formación del personal deriva en resultados positivos tanto para el grupo de trabajo como para la organización en la que se realiza [9]. Surge en el mundo como respuesta a la necesidad de mejorar permanentemente la calidad y formación de recursos humanos.

A partir del concepto anterior se puede deducir que, un sistema de capacitación, también conocido como sistema de entrenamiento, es un método de enseñanza alternativo creado para el adiestramiento de los trabajadores. Se basa, principalmente, en un sistema automatizado que permite el aprendizaje de los usuarios sin necesidad de una supervisión constante. En algunos casos, resulta más efectivo que las prácticas de enseñanza-aprendizaje presencial, debido a que el estudiante trabaja solo y puede determinar su propia velocidad de aprendizaje usando una amplia variedad de herramientas y métodos para la transferencia del conocimiento [10].

1.1.1 Importancia de los Sistemas de Capacitación

Un sistema de entrenamiento asistido por computadora permite ofrecer el mismo nivel de adiestramiento para cada usuario del sistema, en cuanto a rigor y evaluación. Uno de los problemas de la capacitación de los empleados de manera presencial, es que las sesiones son frecuentemente inconsistentes, y las diferencias en el nivel de habilidad del formador pueden tener un impacto significativo en el éxito del empleado. Al contar con un sistema automatizado, solo se necesita una base de conocimientos para garantizar el mismo nivel de entrenamiento para todos los capacitados [11].

1.1.2 Tipos de Preguntas en un Sistema de Capacitación

A medida que avanza el tiempo, se generan nuevos métodos de estudio, y con estos, nuevas formas de preguntar y calificar. Sin embargo, a la hora de diseñar un sistema automatizado, no es menos cierto que existen algunas variantes más sencillas y por ende, más utilizadas. Según [12] los tipos de preguntas que mayormente se emplean en un sistema son:

- *Verdadero o Falso*: contienen una declaración que se debe indicar si es verdadera o no. Permiten responder en poco tiempo, son fáciles, rápidos de calificar y se corrigen de forma automática.
- *Opción Múltiple*: se componen de una pregunta (raíz) con múltiples respuestas posibles. Pueden incluir múltiples opciones válidas, en cuyo caso, podrían darse por superada al marcar cualquiera de ellas o cuando se marquen todas. Se caracterizan por ser fáciles y rápidas de calificar, se corrigen automáticamente y se pueden utilizar para evaluar los conocimientos en una amplia gama de contenidos.
- *Emparejar, Relacionar u Ordenar*: por lo general se emparejan cada una de las opciones del primer bloque con las opciones dadas en el segundo bloque, o se ordenan bloques de modo que quede una secuencia correcta de acuerdo a un patrón previamente establecido. Se suelen usar en aquellos cursos donde la adquisición de conocimientos muy detallados es un objetivo importante. Son preguntas fáciles de diseñar, rápidas de calificar y se corrigen automáticamente. Estadísticamente, se tarda más en responder que las preguntas anteriores.
- *Respuesta Corta*: basta con que se escriban un par de palabras o una frase sencilla. Una alternativa más común a este tipo de preguntas es la de cubrir espacios en blanco con una palabra. Este tipo de preguntas son muy útiles para que se demuestren los conocimientos basados en hechos o palabras claves. La dificultad para calificarlas depende del estilo que se decida emplear.

Bibliografía

- [1] Ángel Alegre Burcio, *Implementación de estrategias de Computation Offloading en redes de sensores inalámbricas de bajo consumo para Internet de las Cosas*. resreport, E.T.S.I. Industriales (UPM), Biblioteca ETSI Industriales, Feb. 2022. Es importante porque hace un análisis del avance de la tecnología en nuestros tiempos. Me sirve de referencia para la introducción del tema de tesis.
- [2] I. D. Mateo and A. P. Salgueiro, “Vinculación de la formación doctoral con los programas nacionales de investigación en cuba. la experiencia del doctorado en cibernética aplicada del instituto de cibernética, matemática y física (icimaf),” *Revista Control, Cibernética y Automatización*, vol. 9, p. 61, Jan. 2021. En el artículo se mencionan avances tecnológicos cubanos y profundizan en el área de la cibernética. Esta investigación sirve como base de modelo tecnológico en la parte de los avances en nuestro país. Me sirve para la introducción de mi tema de tesis.
- [3] A. S. García, “Trabajo en la agroindustria cañera cubana, 1898-1914: estrategias para aumentar la producción con escasez de mano de obra,” *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)*, pp. 171–206, Apr. 2022. Es un ejemplo del avance de la tecnología en Cuba muy relacionado con el trabajo de investigación porque el objetivo principal del artículo es la Industria Alimentaria en el sector azucarero. Me sirve tanto para la introducción como para el capítulo 1.
- [4] F. S. Concepción, R. P. Aguilar, A. P. Moreno, A. A. Cordoví, J. C. Castro, and O. L. Santiago, “Metodología para la automatización de procesos tecnológicos en la industria farmacéutica cubana,” *Ingeniería Industrial*, vol. 43, Feb. 2022. Es un artículo de la CUJAE sobre avances tecnológicos en la industria farmacéutica cubana, un ejemplo de software que ayuda a obtener mejores resultados en la producción. Me sirve de referencia para la introducción de mi tema de tesis.
- [5] T. de las Mercedes Escoriza Martínez, “Aplicación de un procedimiento para la gestión de riesgos en procesos de la industria cárnica cubana,” *I CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (CINDUS 2019)*, vol. II, p. 13, June 2019. Se emplea un sistema de gestión de riesgos para evitar la mayor cantidad de fallas en la industria cárnica cubana. Me sirve tanto para la introducción como para el capítulo 1.
- [6] G. C. Lemus, R. S. Llanes, and A. M. R. Riverón, “Sistema para gestionar bases de conocimiento en la industria alimentaria,” *Revista Cubana de Ingeniería*, vol. IX, pp. 60 – 68, May 2018. Se enfoca en la problemática que se desea resolver en la investigación que estoy realizando. Plantea información sobre la Industria Alimentaria y el Sistema Gestor de Bases de Conocimiento que brinda la información al nuevo sistema que se debe desarrollar. Este artículo me sirve de referencia para la introducción y el desarrollo del capítulo 1.
- [7] G. C. L. Ana Mailen Rodríguez Riverón, Raisa Socorro Llanes, *SISTEMA PARA GESTIONAR BASES DE CONOCIMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. software,

Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, Oct. 2017. Es la tesis referente al sistema gestor de bases de conocimientos. La utilizo para la introducción y el capítulo 1.

- [8] R. S. L. Elena Acosta Gil, *SISTEMA PARA EL ENTRENAMIENTO DE OPERARIOS EN PROCESOS TECNOLÓGICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. software, Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, June 2018. Es la tesis referente al sistema que estoy trabajando. Muy útil durante toda la investigación.
- [9] “Cómo crear un buen plan de capacitación laboral,” *Bizneo Blog*, vol. 1, p. 5, June 2022. Es un blog español de tecnología que habla sobre la correcta capacitación laboral. Me sirve para en el capítulo I hablar sobre las capacitaciones.
- [10] I. de Seguridad Minera ISEM, “Entrenamiento basado en computador para operadores y mantenedores de planta,” *Seguridad Minera*, June 2022. Es una revista oficial de Perú que habla de los sistemas capacitadores computarizados. Me sirve como documentación para el capítulo I.
- [11] K. H. C. Rogelio E. Martínez R., Guillermo Romero J., *Sistema de capacitación asistido por computadora, accesible vía Internet*. Aplicaciones tecnológicas, June 2002. Se refiere a los sistemas de entrenamiento automatizados. Ideal para el capítulo I.
- [12] E. V. Laguna, “Metodología estándar para el entrenamiento básico de un panel de catadores,” *canthesis*, Universidad: Rey Juan Carlos, July 2016. Se habla de los tipos de preguntas que se pueden emplear en un entrenamiento. Sirve para mi capítulo 1.