



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

16 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 [?]. 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 [?]. 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 [?]. 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 [?]. 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 [?].

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 [?].

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 [?].

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 [?].

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 [?].

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, las fases que lo comprenden, los tipos de preguntas más abundantes, los modelos de calificación y la importancia de estos sistemas. 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 su rendimiento. Al final del capítulo se observan conclusiones parciales a modo de resumen del mismo.

## 1.1 Sistemas de Capacitación