

Análisis de alternativas de Protocolo COVID-19 para dictado de clases presenciales en aula D4 de la Facultad de Ingeniería

Galeano, Ximena Isabel^{a*}, Michalus, Juan Carlos^b, Batista, Oscar Hugo^c, Schmidt, Erardo^c

^a Alumna avanzada carrera: Ingeniería Industrial, adscripta de Investigación

^{b,c,d} Docente-Investigador departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

E-mails: xigaleano1995@gmail.com, michalus@fio.unam.edu.ar, hugooscarbatista@hotmail.com, ventas_tecnotrans@hotmail.com

Resumen

La finalidad de este trabajo es aplicar las Redes de Flujo de Trabajo, derivadas de las Redes de Petri (RdP), para modelar y simular el dictado de clases de manera presencial, correspondiente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, aplicando los protocolos pertinentes, de modo que sea posible identificar las variables que influyen en el proceso y que pueden generar entorpecimientos en el transcurso de aplicación del mismo. Muchas veces, dichos eventos no son posibles de identificarlos de manera directa, por lo que se proponen dos alternativas de funcionamiento, mediante simulación, a través de la creación y ejecución de modelos simbólicos matemáticos.

El desarrollo del trabajo demuestra que esta herramienta es de gran utilidad para representar el esquema de funcionamiento de manera previa a su aplicación, ya que permite visualizar la dependencia de recursos y precondiciones necesarias para el cumplimiento de cada actividad. Cabe aclarar que debido a las limitaciones impuestas inicialmente este trabajo es un estudio parcial que aun continua en análisis.

Palabras Clave – Simulación, Modelado, Redes de Flujo de Trabajo, Protocolo COVID-19.

Abstract

The purpose of this work is to apply the Work Flow Networks, derived from the Petri Nets (RdP), to model and simulate the teaching of classes in person, corresponding to the Faculty of Engineering of the National University of Misiones, applying the pertinent protocols, so that it is possible to identify the variables that influence the process and that can generate obstacles in the course of its application. Many times, these events are not possible to identify them directly, so two operating alternatives are proposed, through simulation, through the creation and execution of mathematical symbolic models.

The development of the work shows that this tool is very useful to represent the operating scheme prior to its application, since it allows to visualize the dependency of resources and necessary preconditions for the fulfillment of each activity. It should be noted that due to the limitations imposed initially, this work is a partial study that is still under analysis.

Key Words- Simulation, Modeling, Workflow Nets, Protocol COVID-19.

1. Introducción

El coronavirus forma parte de una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves, como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SARS). Recientemente, fue descubierto el COVID-19, un virus que provocó una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo [1].

Varios autores advierten sobre las consecuencias en la salud mental que el COVID-19 y el aislamiento social provocan en la población. [2]

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), al día de la fecha, en el mundo existen 14.765.256 casos positivos confirmados, y 612.054 muertes. El total de casos confirmados en Argentina es de 141.900 (49,4% mujeres y 50,6% hombres). El total de muertes registradas hasta la fecha es de 2617 [3]. A nivel provincial y al día de la fecha, el número de casos confirmados es de 50, y el número de fallecidos es 3.

El gobierno nacional estableció el decreto N°260 dando lugar al “aislamiento social, preventivo y obligatorio” durante el plazo comprendido entre el 20 y el 31 de marzo del corriente año. Este plazo, fue sucesivamente prorrogado, hasta el 3 de agosto. [4]

A raíz de esto, con el fin de mitigar la propagación del virus y para preservar la salud pública, muchos países, se vieron afectadas por un cese total o parcial de actividades, incluidas las actividades presenciales referidas a educación. Desde entonces, se han desarrollado muchos protocolos aplicables al sistema educativo, sin embargo, presentan un grado de generalidad que no permite identificar posibles dificultades que aparecen durante la ejecución de dichas actividades, tales como: aglomeraciones, falta de recursos, coordinación de entradas/salidas, entre otras.

El objetivo de este trabajo es elaborar un modelo de Redes de Flujo de Trabajo que permita representar las actividades derivadas de la ejecución concreta del protocolo para actividades presenciales y verificar ex ante ejecución en las aulas de la Facultad de Ingeniería de la U.Na.M. Asimismo, verificar ex ante el funcionamiento del protocolo para retorno a las actividades presenciales en las aulas de la Facultad de Ingeniería de la U.Na.M con la finalidad de prever las posibles dificultades y contratiempos en su aplicación concreta.

2. Metodología

Como primera medida se procedió a elaborar un método detallado para el retorno a las actividades presenciales, teniendo en cuenta las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, y los protocolos facilitados por el Ministerio de Salud de la Nación y de la provincia de Misiones, [5, 6]. Como área de análisis se consideró el caso específico del aula D4 de la Facultad de Ingeniería.

Finalizada la primera versión del procedimiento escrito, se abordó el montaje de la simulación correspondiente a dicha secuencia de actividades, mediante redes de Flujo de Trabajo. Para ello se utilizó el Software de código abierto Workflow Petri Net Designer (WoPeD) v 3.7.1 (URL: <https://woped.dhbw-karlsruhe.de/>).

Finalmente se ejecutó la simulación, y se procedió a identificar las actividades y recursos faltantes, y completar así el modelo inicial, hasta lograr un funcionamiento conforme a las restricciones establecidas. Siguiendo la metodología descrita, fueron analizadas dos alternativas de funcionamiento.

Modelado a través de Redes de Flujo de Trabajo

La descripción de las características de interés de un sistema se conoce como modelo del sistema, y el proceso de abstracción para obtener esta descripción se conoce como modelado. [7].

Un modelo es un objeto o concepto que se utiliza para representar un sistema. Mediante un proceso de abstracción, se muestran en un formato adecuado las características de interés del mismo de forma real o hipotética.

Puesto que uno de los objetivos para los cuales se van a desarrollar los modelos es su uso en computadores (entornos de simulación digital), es necesario que los modelos formalicen el conocimiento que se tiene del sistema de modo conciso, sin ambigüedades (interpretación única), y que puedan ser procesados por un ordenador. Estas características determinan el uso de modelos simbólicos matemáticos como herramienta para representar la dinámica de cualquier sistema en un entorno de simulación digital [8].

Un procedimiento, conceptualizado como una secuencia de pasos lógicos que requieren una serie de recursos para su ejecución con un inicio y un final determinados, puede modelarse como una red de flujo de trabajo. [9]

Redes de Petri y Redes de Flujo de Trabajo

Las RdP constituyen un caso particular de grafo dirigido, ponderado y bipartito, compuesto por dos tipos de nodos: a) nodos tipo lugar (places) que representan condiciones y recursos; b) nodos tipo transición (transitions), que representan eventos, procesos o tareas que pueden ocurrir en dependencia de las condiciones. Los nodos mencionados están conectados a través de arcos orientados [10].

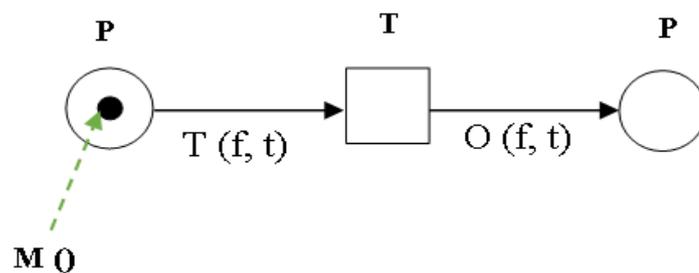


Fig. 1. Representación gráfica de una RdP sencilla.
Fuente: E.P mediante uso de software WoPeD versión 3.1.7

Los elementos de una RdP son:

Tabla 1. Simbología de una Red de Petri. Fuente: Elaboración Propia a partir de [10]

Símbolo	Denominación	Nombre	Descripción
	P	Plaza, Nodo, Lugar	Representa acciones, datos, estados, recursos, señales, condiciones
	T	Transición	Permite evolucionar el sistema de un estado a otro. Asociado a eventos, acciones, procesos, tareas.
	M	Token, Marca	Puntos o marcas que representan el estado del sistema en cada momento.
	M ()	Plaza activa	Recurso, dato, señal, estado o condición disponible.
	F	Arco orientado	Funciones que unen lugares con transiciones o viceversa.

En general, una RdP puede definirse matemáticamente como la quintupla [11]:

$$RdP = (p, t, a, W, M_0) \quad (1)$$

Donde:

$p = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_m\}$ Conjunto de nodos tipo lugar (places).

$t = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ Conjunto de nodos tipo transición (transitions).

$a = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ Conjunto de arcos de la RdP.

$W = a_i: \{1, 2, 3, \dots\}$ Peso asociado a cada arco.

$M_0 = p_i : \{1, 2, 3, \dots\}$ Número de marcas iniciales (tokens) en cada nodo tipo lugar.

Redes de flujo de trabajo

Cuando se procede al diseño de nuevos procesos, o ante la necesidad de introducir modificaciones a los procesos existentes (sean de producción o de gestión), resulta útil poder realizar una valoración antes que se concrete su aplicación (evaluación ex-ante), con la finalidad de verificar si los recursos proyectados permiten su efectiva puesta en marcha y ejecución. [12]

Las Redes de Flujo de Trabajo (Workflow Nets) derivadas de las RdP son capaces de representar la dinámica y concurrencia de los eventos que caracterizan a los sistemas de información, ya que en su estructura incorporan reglas específicas para la representación de la dinámica de un sistema [13].

Se aplican a sistemas de manufactura y otros caracterizados por la concurrencia de procesos, sistemas de control, evaluación de desempeño, protocolos de comunicación, lenguajes formales, interconexión de áreas de una organización, manejo de flujo de datos, entre otros.

3. Resultados y discusión

Se consideró como objeto de análisis el Aula D4, ubicada en el segundo piso, ala Norte, correspondiente a la Facultad de Ingeniería de la U.Na.M, que tiene una superficie de 56 m² (Figura 2).

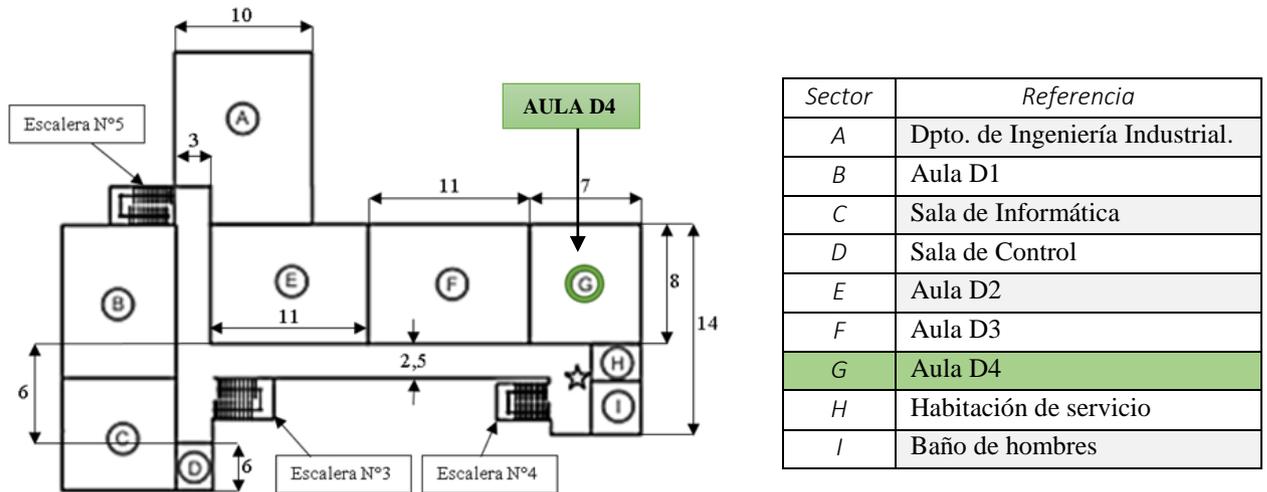


Fig. 2. Esquema del 2do Piso. Fuente: elaboración propia

Para elaborar los modelos que se presentan a continuación, se utilizaron las consideraciones y supuestos siguientes:

- ✓ La Institución se encargará de proveer los recursos necesarios para la ejecución previa de las siguientes tareas y actividades:
 - Instalación de cartelería con medidas preventivas.
 - Organización de la entrada/salida.
 - Uso de baños y espacios de uso común.
 - Suministro de equipo de desinfección.
- ✓ Toda persona que ingresa al aula debe desinfectarse las manos.
- ✓ La salida de personas del aula se deberá realizar cuando la circulación de personas en pasillos y escaleras sea baja.
- ✓ La entrada/salida de los alumnos del aula D4 se realizará únicamente por la escalera 4 (Figura 2).
- ✓ El docente será el encargado de autorizar la entrada y/o salida del aula.

A partir de estas consideraciones generales, se modelaron dos alternativas que se describen a continuación:

Alternativa 1

Para este caso, se considera que el equipo docente se encargará de:

- Retirar el kit de desinfección en administración, previo al ingreso del aula (7).
- Realizar la ventilación del aula (9).
- Efectuar una desinfección previa al ingreso de los alumnos (10).
- Ubicar en el aula el desinfectante de manos, en zona cercana a la puerta (11).
- Autorizar y controlar el ingreso y registro de alumnos (12, 13).
- Autorizar y controlar la salida del aula de los alumnos (16).
- Realizar una desinfección post clase (17).
- Cerrar aula y desinfectarla (18).
- Desinfectar puerta y picaporte (19).

El modelo final de la primera alternativa propuesta se presenta en la Figura 3.

Alternativa 2

Para la segunda alternativa, el equipo docente se limitara a realizar las siguientes actividades:

- Corroborar que el aula cuente con desinfectante de manos para ingreso de alumnos (e).
- Verificar que una persona auxiliar realizo una desinfección previa al dictado de clase (f).
- Ventilar el aula (8).
- Ubicar en el aula el desinfectante de manos, en zona cercana a la puerta (9).
- Autorizar y controlar el ingreso a los alumnos (10).
- Autorizar y controlar el ingreso y registro de alumnos (12, 13).
- Cerrar aula (14).
- Dar aviso de finalización de clase, para desinfección post clase por parte de personal auxiliar (15).

El modelo final de la segunda alternativa se presenta en la Figura 4.

Alternativa 1

Como primera medida, se debe realizar un control de ingreso (1) antes de dirigirse al aula. Éste consiste en un control de uso de barbijo (a), la desinfección de manos y pies (3), un control de temperatura (4) y el correspondiente registro de datos de cada persona que realiza el ingreso (6).

Si el estudiante o docente no posee barbijo, se le presenta la posibilidad de comprarlo (2), caso contrario, se debe retirar de la institución (20).

De manera previa al ingreso de los alumnos al aula, el docente está encargado de realizar la ventilación y desinfección del mismo (9,10), a través del suministro de un kit de desinfección provisto por la Facultad, que será retirado en secretaría Administrativa (7). Asimismo, debe disponer de un recipiente contenedor de solución sanitizante en un sector próximo a la puerta de ingreso para garantizar la desinfección de manos de toda persona que desee ingresar al aula (11).

Al finalizar la clase, el docente debe corroborar el estado de circulación de los pasillos y la escalera N°4 (15), dar el aviso o autorización de salida a los alumnos (16), y realizar una desinfección post clase (17), rociando solución desinfectante con un atomizador en pupitres, ambiente y puerta (19).

Cada persona, sea alumno o docente, debe respetar las medidas protocolares, y resguardar la distancia antes, durante y después del dictado de clases y durante el ingreso y egreso del aula. Finalmente, si todas las condiciones son llevadas a cabo, solo resta abandonar la Institución (20).

A partir del modelado y ejecución de la simulación, se observa lo siguiente:

- Sería conveniente establecer un mecanismo para la compra de barbijos, en el caso de que la persona no disponga de uno. Esto se podría implementar en el mismo lugar donde se hace el control, o en otro lugar, por ejemplo, el CEFI o el Buffet.
- Es importante, además, que cada docente cuente con el kit de desinfección correspondiente, en las proporciones recomendadas por los organismos de salud, y se evite un recorrido innecesario por los pasillos.
- Es necesario informar sobre las normas de comportamiento del nuevo procedimiento (hacer fila si hay congestión de personas, manera de ingresar y salir del aula, método de desinfección de manos, etc).
- Es necesario cumplir con los controles de verificación de circulación en pasillos y escaleras antes de autorizar la salida de los alumnos, para evitar la saturación y aglomeración de los espacios comunes.

Las tareas adicionales que recaen en el equipo docente son muy significativas, y puede que no sean bien recibidas por éstos. Es importante, destacar el control de dichos detalles, ya que, en la realidad durante su ejecución, la falta de ello podría generar aglomeraciones durante ingresos, estancamientos en el proceso de control, falta de recursos, y muchas otras cuestiones que ponen en riesgo el óptimo funcionamiento del protocolo.

Alternativa 2

Luego de haber identificado los detalles problemáticos en la alternativa anterior, se procedió a presentar una segunda alternativa, que contemplara las cuestiones que fueran difíciles de cumplir por parte del docente o de la institución, y por ende significan una diferente secuencia de actividades. Si bien, las actividades troncales del sistema no pueden modificarse, debido a que muchas de ellas son necesarias y obligatorias bajo el marco legal protocolar impuesto por el Gobierno y el Ministerio de salud, fue posible divisar otros aspectos que se pueden controlar, como ser, alternativas de abastecimiento del barbijo, proponer un encargado auxiliar para realizar las tareas de higiene y desinfección pre y post clase, entre otros.

En este modelo se siguen respetando como condición necesaria las precondiciones generales expuestas inicialmente, al igual que los requerimientos que establece el control de ingreso a la institución (1), (nombradas en el procedimiento del primer modelo), sin embargo, en este caso se plantean otras alternativas de ejecución, tales como, salir para adquirir un barbijo en el CEFI (3), y reingresar a la institución.

Como medida final, al terminar la clase, el docente debe verificar el estado de circulación de la escalera (12) para autorizar la salida (13) y evitar la concentración o aglomeración de personas. Finalmente, tanto el docente como el alumno, pueden retirarse de la Institución (15).

Luego de ejecutar el modelo se observa que:

- Al aplicar un sistema de reingreso a la institución, las personas encargadas de realizar los controles poseen menos distracciones, y como resultado se evitan posibles aglomeraciones a la hora de realizar los controles de ingreso.
- Se propone otra alternativa de higiene y desinfección del aula, la cual quedaría a cargo de una persona auxiliar, de este modo, el docente puede centrarse en sus actividades de enseñanza, y solamente limitarse a disponer el recipiente con solución sanitizante en una zona de ingreso cercana a la puerta del aula, así como controlar el ingreso y egreso de los alumnos.

En esta instancia, se pretende adecuar el protocolo un poco más a la realidad, y generar un modelo de fácil aplicación y adaptación a las clases. A lo largo de la cuarentena, muchas actividades fueron puestas en marcha en base a un protocolo ideal y teórico, provocando en muchos casos situaciones de mayor riesgo. Esto ocurre porque a simple vista no es fácil identificar todas las variables que van a surgir en el proceso.

La simulación por redes de Workflow, brinda una excelente alternativa de análisis frente a estas situaciones, nos permite ver la correlación y la dependencia de una actividad frente a la falta de un recurso, lo que genera a su vez una rápida acción de solución o de toma de decisión.

4. Conclusiones

Se logró confeccionar y ejecutar dos modelos de redes de Workflow, que cumplen con el objetivo propuesto inicialmente.

Las Redes de flujo de Trabajo se muestran adecuadas para modelar el protocolo para el retorno a clases bajo los procedimientos detallados, y prever los recursos necesarios para su implementación.

Los modelos elaborados mediante el software WoPeD permiten tener una idea más precisa de la puesta en funcionamiento de un protocolo para las clases presenciales, de los requerimientos a la hora de su ejecución, permiten prever los recursos necesarios y visualizar cómo será la dinámica y el desempeño del procedimiento bajo condiciones imprevistas.

El modelo permitió crear varias alternativas de funcionamiento, y observar cómo varían las necesidades del sistema en función de las actividades planificadas. Asimismo, resultó una herramienta útil, una alternativa para detectar errores, cuellos de botella, y determinar las acciones o los cambios que sean necesarios realizar.

5. Referencias

[1] Organización Mundial de la Salud (2020) Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus-Covid-19. URL: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>.

[2] Johnson, M. C.; Saletti-Cuesta, L; Tumas, N. (2020) Emociones, preocupaciones y reflexiones frente a la pandemia del Covid-19 en Argentina. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25 (Supl.1). Editor: Associação Brasileira de Saúde Coletiva/Abrasco. Río de Janeiro, Brasil. ISSN 1678-4561.

[3] Ministerio de Salud de la Nación (2020) Información, recomendaciones del Ministerio de Salud de la Nación y medidas de prevención. URL: <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-Covid-19>.

[4] Boletín Oficial de la República Argentina (2020) Primera Sección. Suplemento Legislación y Avisos Oficiales; Emergencia Sanitaria, Decreto 260/2020. Decnu-2020-260-apn-pte.

[5] Ministerio de Educación Argentina; Consejo Federal de Educación; (2020) Protocolo Marco y Lineamientos Federales Para El Retorno a Clases Presenciales en La Educación Obligatoria y En Los Institutos Superiores.

[6] Ministerio de Salud de la Provincia de Misiones (2020) Protocolo de Seguridad e Higiene Universal Actividades Administrativas En Establecimientos Educativos de nivel Terciario y Superior.

[7] Guasch, A. Piera, M.A. Casanovas, J. y Figueras, J. (2003) Modelado y Simulación: Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC): Barcelona, España.

[8] Michalus J, C. Hernández Pérez, G. Sáez Mosquera, I. Sarache Castro, W. A. (2015) Comprobación de la factibilidad de ejecución de un procedimiento organizativo mediante redes de Workflow. URL revista: <http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/>, URL Artículo: http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=395&Itemid=86.

[9] Solana González, P.; Alonso Martínez, M. y Pérez González, D. (2006) Análisis y modelado con redes de Workflow del proceso de tratamiento de experiencias operativas. XX Congreso anual XX AEDEM. Academia Europea de Dirección y Economía de la Empresa AEDEM: Palma de Mallorca, España. URL: http://www.aedem-virtual.com/congresos_informacion.php.

[10] Castellanos Arias, J. S; Solaque Guzmán L. E (2010) “Modelado con redes de Petri e implementación con grafcet de un sistema de manufactura flexible con procesos concurrentes y recursos compartidos” Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 20, pp. 61-75. Bogotá Colombia.

[11] Magaña Orúe, S. (2009) Estudio comparativo de lenguajes de modelado de procesos de negocio para su integración en procesos de desarrollo de software dirigido por modelos. “Proyecto de fin de carrera: Ingeniería en Informática. Universidad Carlos III de Madrid: Madrid”; España. URL: <http://hdl.handle.net/10016/9077>.

[12] Espinoza, A. y Peroni, A. (2000): Metodología de evaluación ex ante de Programas Sociales. Serie: Material de Apoyo a la Planificación Social. Documento de Trabajo No 4. Departamento de Evaluación, División Social, Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile. Santiago, Chile.

[13] Guzmán Ubilla Rodrigo; Soto Quijada R. A; J. A Schmal (1998) Ubilla “Las Redes de Petri y su aplicación en la administración de empresas”, Talca-Chile.