

Simulación de eventos discretos para lograr el uso eficiente de las instalaciones de un centro de acondicionamiento deportivo

Yony Fernando Ceballos, Ph.D.

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, yony.cebaldos@udea.edu.co

Victor Hugo Mercado, M.Sc.

Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, hugo.mercado@udea.edu.co

Recibido: 20/10/2020 - **Aceptado:** 04/11/2020 - **Publicado:** 02/02/2021

RESUMEN

Los centros de acondicionamiento deportivo no son exentos de problemas de planeación y uso de sus instalaciones y equipos. La alta demanda de algunas máquinas exige que se haga una planeación adecuada al momento de abrir al público. Para tal fin, se aplicó la simulación de eventos discretos en un centro deportivo, con el fin de analizar las problemáticas que allí se presentan y encontrar alternativas de mejora del rendimiento de las rutinas que allí se diseñan a los usuarios. Como principal hallazgo, se encontró que existen máquinas críticas o cuellos de botella donde se cruzan más de una rutina y los usuarios se ven limitados para su uso. Se elaboraron un conjunto de alternativas para mejorar la eficiencia del servicio, entre ellas el rediseño de las rutinas, incrementar las máquinas donde se presenta el mayor número de usuarios y finalmente crear cultura en las personas que visitan el centro deportivo, es decir crear la conciencia de liberar las cargas de las máquinas y dejarlas en el estado en que se encontraron.

Palabras clave: simulación de eventos discretos; gimnasio; rutinas deportivas; escenarios.

ABSTRACT

Sports conditioning centers are not exempt from problems of planning and use of their facilities and equipment. The high demand for some machines requires proper planning to be done when opening to the public. For this purpose, discrete event simulation was applied, to analyze the problems that arise there and search for alternatives to improve the performance of the routines that are designed there for users. As the main finding, it was found that there are critical machines or bottlenecks where more than one routine is crossed, and users are limited in their use. A set of alternatives were developed to improve the efficiency of the service, including the redesign of routines, increasing the machines where the largest number of users are presented and finally creating culture in the people who visit the sports center,

that is, creating awareness to release the loads from the machines and leave them in the state in which they were found.

Keywords: discrete event simulation; gym; sports routines; scenarios.

1. INTRODUCCIÓN

El acondicionamiento físico es una de las necesidades de las personas en la nueva era. Tradicionalmente el sedentarismo y la alta aglomeración de personas en los centros urbanos impide que las personas se mantengan en un estado apropiado de salud lo cual genera oportunidades a las empresas orientadas a suplir estos problemas mediante la creación de gimnasios y centros recreativos, además de la necesidad de zonas de esparcimiento, canchas públicas y privadas y la implementación de ciclo rutas (Anjos & Silva, 2020; Jansson et al., 2019; Mosquera-González et. al. 2019; Silva et. al. 2017; Plessner & Haar, 2006). No obstante, las personas deben tener el deseo de desplazarse hacia estos centros de acondicionamiento físico y en estudios precedentes, se observa que una gran cantidad de personas a nivel mundial y en particular en América Latina sufren de obesidad y un conjunto de enfermedades relacionadas a este problema, las cuales pueden ser prevenibles con una correcta utilización del tiempo libre y la práctica de un deporte con una frecuencia significativa en la semana (Ortega et al., 2020).

Esta situación se ha convertido en una oportunidad para muchos empresarios a nivel mundial, creando líneas de gimnasios con una orientación específica, en los cuales se busca que las personas aparte de realizar ejercicios que están orientados a mejorar su calidad de vida, disminuir la obesidad y estar más saludables, tengan una apropiada experiencia de servicio (Lindelof, Nielsen & Pedersen, 2012; Greenleaf et al., 2019; Widanita et al., 2019). Estas experiencias que venden estos gimnasios son lo que hacen que las personas creen una rutina deportiva y tengan una vida más saludable. Sin embargo, esta situación no está exenta de la necesidad por parte de los administradores de planear la forma en la cual es la distribución de las máquinas y los espacios al interior de los centros deportivos, en conjunto con la planeación apropiada de rutinas y utilización de espacios por parte de los usuarios de tal manera que se maximice la utilización del gimnasio mismo y, por ende, maximizar los ingresos recibidos (Labarca, 2007; Rocha, 2014).

En el centro deportivo se presentan situaciones de congestión en ciertas maquinas debido a que, en las diferentes rutinas propuestas por los instructores, se encuentran maquinas compartidas, es decir, una maquina está presente en más de una rutina para un músculo en particular, debido a que en este tipo de máquinas se pueden realizar más de un tipo de entrenamiento (Li, 2020).

En esta investigación se presenta un modelo de simulación en un caso particular de un centro deportivo en Antioquia, el cual empleando una herramienta de ingeniería cómo es la simulación, permite identificar, cuantificar y evaluar los posibles cuellos de botella y brindar soluciones orientadas a mejorar la distribución de las maquinas al interior del centro deportivo y evaluar los nuevos conjuntos de rutinas diseñadas por expertos en área deportiva y a su vez disminuir los tiempos muertos de un conjunto de máquinas que tienen menor utilización y que con una planeación adecuada pueden incluirse en diferentes rutinas.

2. MARCO TEÓRICO Y/O ANTECEDENTES

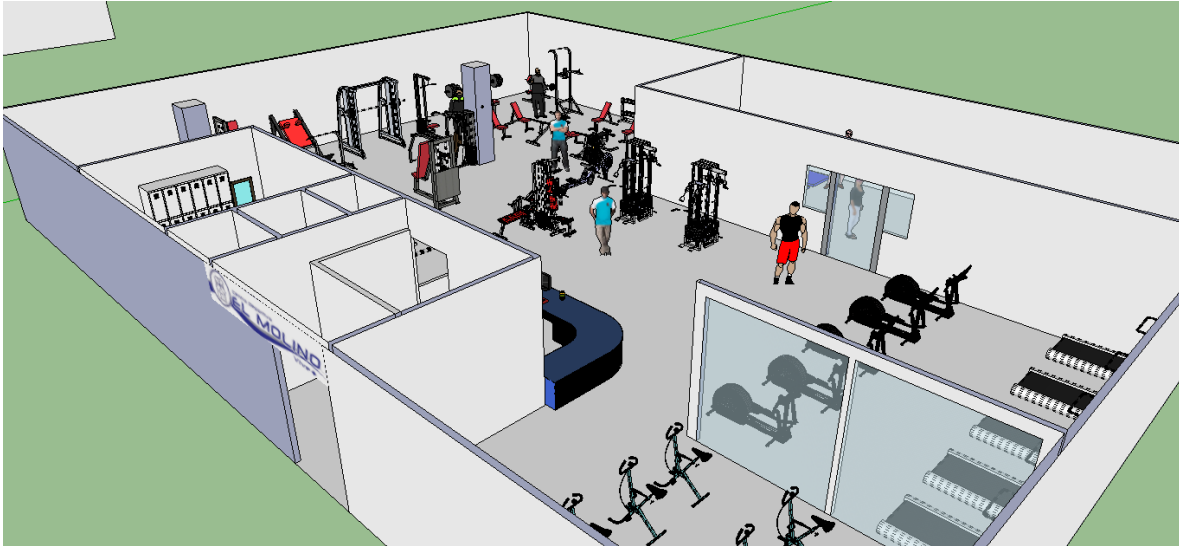
La simulación discreta es una herramienta de análisis que sirve como apoyo en la toma de decisiones ya sea desde el campo de la planeación de la producción de una empresa, un sistema de inventarios o su cadena de abastecimiento (Uribe-Gómez & Quintero-Ramírez, 2017). Tiene como finalidad detectar aquellos sistemas en los cuales sus eventos que cambian el estado de este ocurren en instantes espaciados de tiempo (Banks, 1998; Cassola et al., 2014; Concannon et al., 2007).

El centro de acondicionamiento físico es un ejemplo de dichos sistemas debido a que sus usuarios tienden a llegar a tasas mayores en horas de la mañana y de la noche, fenómeno muy común presentado en los centros deportivos (Greenleaf et al., 2019). Dichos eventos alteran la distribución de la llegada de los usuarios al molino, los tiempos entre llegadas de los usuarios a las máquinas por su congestión y alta demanda, y por último afecta el rendimiento de finalización de las rutinas realizadas por los usuarios, esto debido a que existen algunos cuellos de botella dentro del recorrido al tener rutinas que comparten una máquina al ser esta multifuncional, generando una mayor demanda de su servicio (Al-Arja, 2020; Pinheiro & Cavique, 2019).

Con base a lo anterior, se hace un modelo simulando este caso en particular, que puede ayudar a encontrar posibles alternativas de optimización de las máquinas, tiempo de duración de los usuarios en el sistema de entrenamiento (Avourdiadou & Theodorakis, 2014). Con el objetivo de llevar al molino a prestar un mejor servicio y a sus usuarios a obtener mejores resultados, reflejados en el aumento de su masa muscular magra y reducción de su tejido adiposo; aumentando su energía vital utilizando mejor sus reservas de glucógeno, que es la energía que el cuerpo utiliza primero para realizar cualquier actividad (Christiansen, 2019).

3. METODOLOGÍA O DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El centro deportivo presenta diferentes rutinas implementadas por los instructores para diferentes grupos musculares. Para ello cuentan con la utilización de diferentes máquinas de entrenamiento para realizar dichas rutinas. Cada máquina cuenta con una función específica, pero algunas máquinas fueron desarrolladas para el entrenamiento de varios grupos musculares, teniendo de esta manera variaciones en su utilización. El estudio se centra en las horas más concurridas del centro deportivo, donde se concentran usuarios con distintas rutinas en las máquinas multifuncionales, las cuales presentan una demanda mayor que las máquinas que solo atienden un grupo muscular (Ver gráfica 1).



Gráfica 1. Distribución del centro deportivo. Fuente: elaboración propia.

En este sistema se inicia con la llegada de personas al centro deportivo, el 80% de las personas llevan a cabo una rutina diseñada por el instructor, el otro 20% de los usuarios van a las clases programadas sin utilizar ninguna de las máquinas o realizar ninguna rutina. Cada persona que llega realiza un calentamiento muscular para posteriormente rotar por cada una de las máquinas dispuestas en su plan de entrenamiento; cabe resaltar que el centro deportivo cuenta con un área de spinning, salón de aeróbicos, una recepción, vestier y un área en general donde se ubican las máquinas.

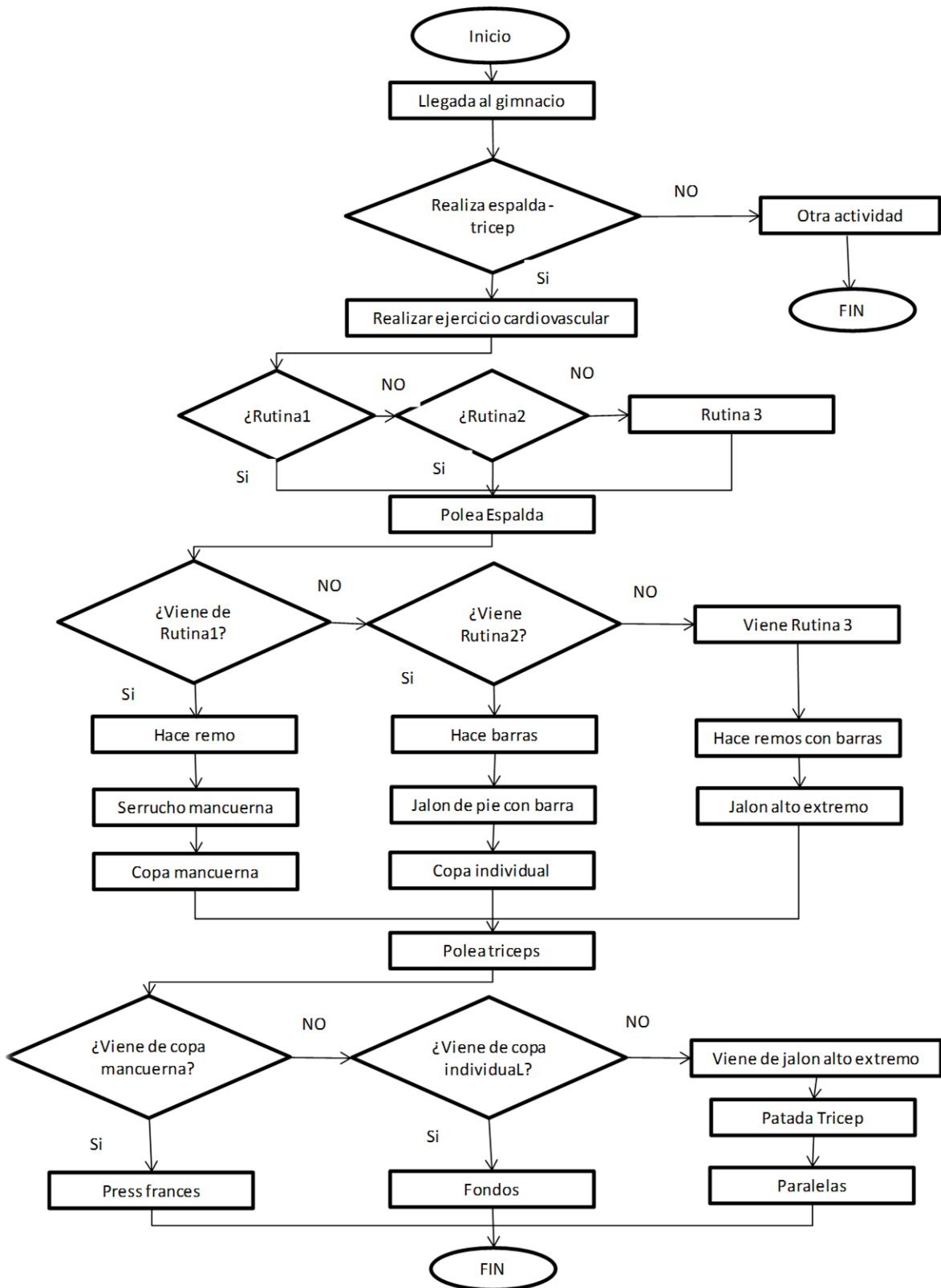
El orden del proceso inicia con la llegada de los usuarios al gimnasio, continua con su desplazamiento a la zona de cardio para realizar calentamiento. Posteriormente, el instructor le asigna una de las tres rutinas de espalda y tríceps correspondiente, empieza la rutina, siguiendo el orden dado por el instructor, finalmente termina el entrenamiento y a su vez termina la jornada de entrenamiento (Mohd & Mokhtar, 2019). Los detalles del proceso de entrenamiento se presentan en la Gráfica 2.

El centro deportivo cuenta con un área aproximada de 70 metros cuadrados y su público objetivo está dirigido a mujeres y hombres mayores de 14 años. Al día se tiene una estimación de 140 personas que asisten al centro deportivo, donde el 60% se concentra en la noche que es el horario de interés para la realización de la simulación. En el centro deportivo se cuenta con mancuernas, lazos, pelotas, discos de diferente pesaje, pesas de tobillos, cinturones, barras, venta de alimentos (barras energizantes, granola, frutas, entre otros), bebidas, proteínas, ropa deportiva y casilleros. En cuanto a maquinaria se tienen: dos poleas multifuncionales, una polea para espalda, un remo, un jalón extremo y medio para espalda, una sección de barras, seis caminadoras, 12 bicicletas estáticas, estantería de mancuernas y un conjunto de barras con peso constante (Lübcke, Martin & Hellström, 2012).

Como variables exógenas del problema se tienen: tiempo de descanso, tiempo que tarda una persona en terminar un ejercicio hasta retomarlo de nuevo y maquinaria disponible: máquinas disponibles para su utilización; se trabajó con el supuesto de que no ocurren fallas en estas y trabajan con una eficiencia del 100%. Como variables endógenas se cuenta con: tiempo de

máquina, tiempo de utilización de cada máquina desde que la persona permanece en ella y número medio de unidades en el sistema: cantidad promedio de personas que se encuentran en el sistema. Finalmente, como variables de estado se cuenta con: número de personas en el sistema, cantidad de personas que se encuentran en cualquier instante del tiempo en el sistema y cantidad promedio de clientes que salen del sistema: número promedio de clientes que terminan su entrenamiento.

Para la construcción de la simulación, se recopilieron datos de las rutinas que se desarrollan dentro del centro deportivo el molino con las máquinas asociadas a cada grupo muscular. Toda esta información está presente en la tabla 1.



Gráfica 2. Diagrama de flujo del proceso. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Rutinas estipuladas en el centro deportivo.

Grupo muscular	Rutinas	Máquinas		
Espalda	Rutina 1	Polea espalda	Remo	Serrucho mancuerna
	Rutina 2	Polea espalda	Barras	Jalón de pie con barra
	Rutina 3	Polea espalda	Remo con barra	Jalón alto extremo
Bíceps	Rutina 1	Martillo mancuerna	Mancuerna individual	Romana
	Rutina 2	Barra z	Barra plana	Bíceps mancuerna
	Rutina 3	Veintiuno	Curl con mancuerna	Curl concentración sentado con mancuerna
Hombro	Rutina 1	Press militar mancuerna	Press arnold	Voladas
	Rutina 2	Press con barra	Frontal con mancuernas	Barra invertida
	Rutina 3	Martillo frontal	Polea frontal	Voladas individual
Piernas	Rutina 1	Extensión de rodilla	Prensa acostado	Sentadillas con mancuerna
	Rutina 2	Extensión de rodilla	Smith sentadillas	Tijeras con mancuernas
	Rutina 3	Extensión de rodilla	Hack individual	Tijeras con avanzada
Tríceps	Rutina 1	Copa mancuerna	Polea tríceps	Press francés
	Rutina 2	Copa individual	Polea tríceps	Fondos
	Rutina 3	Polea tríceps	Pata de burro	Paralelas
Pecho	Rutina 1	Cabina	Pecho en banca	Apertura mancuerna
	Rutina 2	Cable crossover	Pecho en banca	Presión sentado
	Rutina 3	Pullover	Pecho en banca	Flexiones de pecho

Fuente: elaboración propia.

Las rutinas de entrenamiento con pesas se componen de la combinación de un músculo grande (pecho, espalda y pierna) con un musculo pequeño (bíceps, hombro y tríceps). Se identificó que las combinaciones usuales recomendadas por los instructores son pecho y bíceps (27 %), espalda y tríceps (53 %) y por último hombro y pierna (20 %). La simulación se realizó para dos de los seis grupos musculares más demandados por los usuarios dentro del centro deportivo, en los cuales se pudo identificar la frecuencia por hora con que las personas realizan la rutina, con lo cual se escogió para análisis la combinación espalda y tríceps.

Los datos se tomaron en un mes completo, en el que se realizaron visitas con el acompañamiento del instructor del centro deportivo, quien ofreció diferentes entrevistas. Para cada uno de los servidores se tomaron treinta datos de los tiempos que duran las operaciones, haciendo uso de cronómetros. El ajuste de distribuciones se presenta en la tabla 2.

Tabla 1. Ajuste de distribuciones.

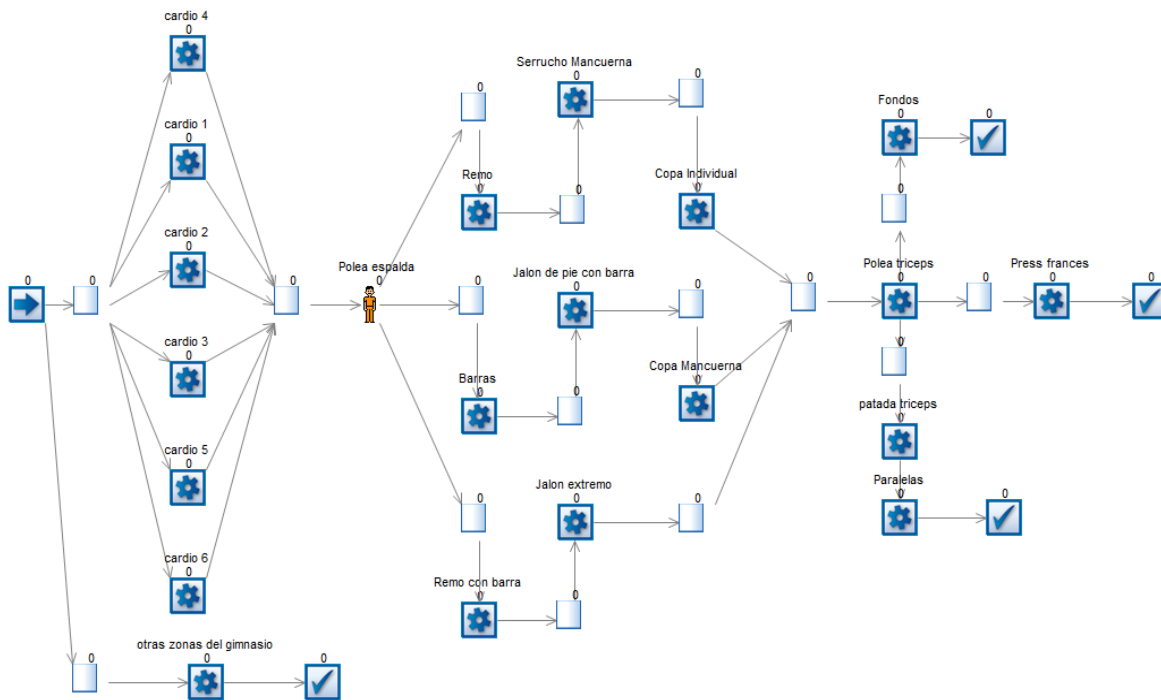
Máquina	Distribución	Media	Desviación Estándar
Polea Espalda	Normal	220	2,24
Remo	Normal	195	1,44
Barras	Normal	245	2,88

Remo Con Barra	Normal	215	3,33
Serrucho Mancuerna	Normal	326	6,45
Jalón De Pie Con Barra	Normal	257	1,38
Jalón Alto Extremo	Normal	275	1,56
Copa Mancuerna	Normal	312	1,98
Polea Tríceps	Normal	220	1,17
Copa Individual	Normal	312	2,23
Patada tríceps	Normal	310	1,7
Press francés	Normal	267	1.88
Fondos	Normal	170	12.35
Paralelas	Normal	254	5.9

Fuente: elaboración propia.

El modelo por simular en este caso son los planes de entrenamiento del centro deportivo el molino. Los planes de entrenamiento están compuestos por una sección cardiovascular, y la combinación de grupos musculares que sean compatibles entre sí. De esta manera se presenta una serie de rutinas y sus combinaciones según las instrucciones de los entrenadores para detectar las máquinas compartidas entre rutinas, y así detectar el grupo muscular favorito de los usuarios del molino para posteriormente intervenirlo.

Para la construcción del modelo formal del proceso del centro deportivo se utilizó en el software SIMUL8® el cual permitió representar los diferentes elementos que se tienen en las tres rutinas de entrenamiento deportivo, clasificados según la Tabla 1 (Concannon et al., 2007). Inicialmente, se realizó la estructura presentada en la gráfica 3, en la cual la línea superior pertenece a la rutina 1, la línea central a la rutina 2 y la línea inferior a la rutina 3.



Gráfica 3. Simulación del centro deportivo. Fuente: elaboración propia.

El gimnasio atiende un público de unos 132 usuarios en promedio al día, donde el 60% ellos van en horas de la noche, y el 40% va en horas de la mañana. Obteniendo así un total de 79 personas en promedio las que asisten en las horas nocturnas. Se ha establecido que la jornada de congestión nocturna va desde las 5:00pm hasta las 8:00pm. Como las unidades de las variables están en segundos, las personas llegan a una distribución fija de 1 persona cada 138 segundos, durante la congestión nocturna. En las tres rutinas para este grupo muscular compuesto por espalda y tríceps, donde el usuario que realice alguna de ellas comienza con la parte cardiovascular con una duración de 30 minutos, ya que es lo recomendado por los instructores a la hora de fomentar la parte cardiovascular del cuerpo. Los usuarios que no pertenezcan a alguna de las rutinas simplemente pasan a otra zona del gimnasio, ya sea el entrenamiento de otro grupo muscular o alguna clase ofrecida por el centro de acondicionamiento físico.

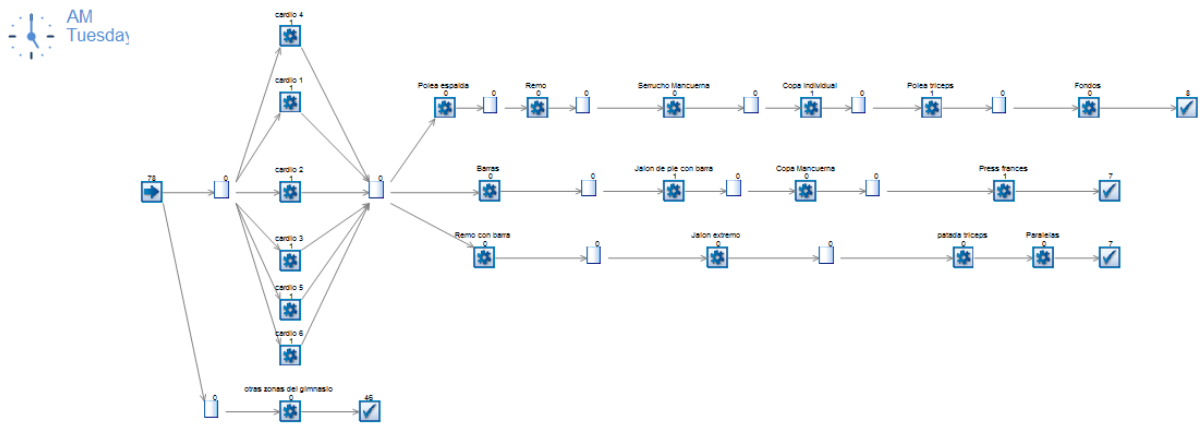
Una vez definida la estructura del modelo, se definieron cada una de las variables en segundos, se trabajó bajo el supuesto de que las máquinas no fallan durante la simulación, todos los usuarios que entran a realizar las rutinas establecidas para espalda y tríceps, las siguen exactamente según las recomendaciones del instructor, el tiempo de servicio de una máquina acarrea las cuatro series que debe realizar el usuario sumado a un descanso de 40 segundos después de realizar cada serie en la máquina donde se encuentre. Además, se tienen seis máquinas en las cuales se realiza la actividad de calentamiento para posteriormente realizar las rutinas. Las rutinas generalmente tienen una distribución normal, se puede observar la media y la desviación estándar para las máquinas críticas donde se cruzan más de una rutina. Para la correcta construcción se hicieron pruebas de verificación fundamentadas en valores extremos, continuidad y consistencia. Para la validación se realizaron pruebas de adaptabilidad y de generalidades (Aboud, Al Fayoumi & Alnuaimi, 2010; Rand & Wilensky, 2006).

Para sensibilidad, se cambió la media del servicio de las máquinas de cardio, reducidos en un 50% para evaluar cómo cambia su porcentaje de utilización comparado con el servicio medio inicial. Se concluye entonces que, si el tiempo medio de servicio de las máquinas de cardio desciende, su porcentaje de utilización también lo hace, ya que atiende más rápido a los usuarios que llegan, pero dura más tiempo en ocio esperando la llegada de nuevos usuarios. De paso incrementa el porcentaje de trabajo de las máquinas cuello de botella, sin embargo, el crecimiento no es significativo como por ejemplo en polea espalda que fue del 1.4% dando información acerca de la estabilidad del modelo propuesto.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS O HALLAZGOS

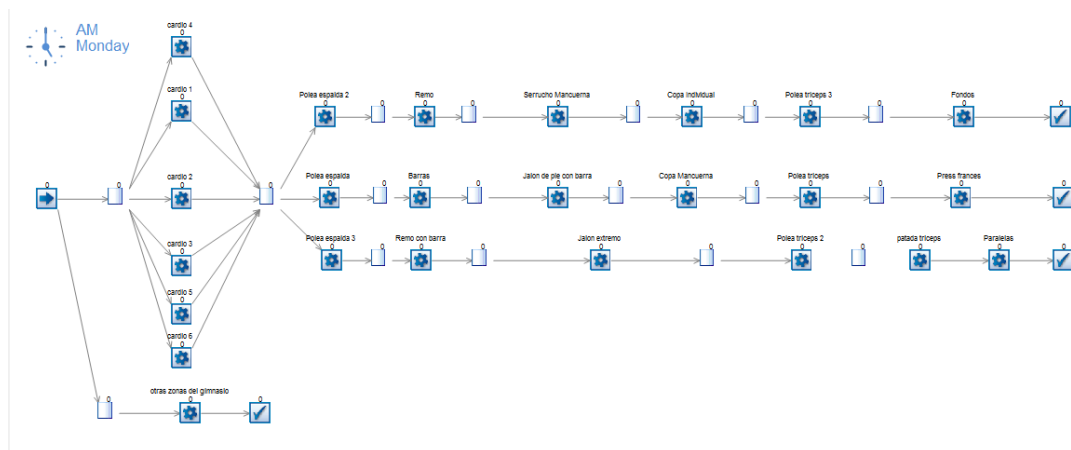
El primer escenario consiste con diseñar un conjunto de rutinas conforme a las máquinas que existen en el centro deportivo donde no exista cruce entre las mismas. Estas rutinas permiten reducir la congestión en las máquinas específicas como polea espalda y polea tríceps y mejorar la prestación del servicio. Para qué tal situación se lleve a cabo, las nuevas rutinas deben tener un tiempo estipulado y se debe mantener un proceso ordenado de acceso a las máquinas, la cual permitirá a los usuarios de una planeación completa de su tiempo al interior del centro deportivo. Una variable importante en este escenario es el número de personas que van a estar presentes durante cada rutina, dado el flujo de personas que se mueven en el sistema se puede configurar y encontrar un valor apropiado a partir de la simulación que va

a definir el máximo número de personas que pueden estar simultáneamente al interior del centro deportivo realizando las rutinas descritas en las secciones anteriores.



Gráfica 4. Simulación del escenario 1. Fuente: elaboración propia.

El segundo escenario consiste en la compra de dos materiales funcionales para polea espalda y adicionalmente dos máquinas para polea tríceps. Como objetivo se tiene ampliar la capacidad de servicio en el centro deportivo dada la disponibilidad de una cantidad superior de máquinas. Estas máquinas representan el cuello de botella principal en la simulación original, por lo tanto se debe intervenir de tal forma que disminuya el tamaño de este cuello de botella y permitir el flujo de una mayor cantidad de usuarios al interior del centro deportivo, sin incurrir en un sobre uso por parte de los usuarios, y con la guía de profesionales capacitados (Starks et al., 2007). El costo de estas máquinas es una inversión que tendrá ingresos positivos en corto plazo según evaluación con las personas encargadas de procesos financieros al interior del centro deportivo.



Gráfica 5. Simulación del escenario 2. Fuente: elaboración propia.

Es factible para el dueño del centro deportivo invertir, ya sea en una nueva distribución o en la compra de maquinarias, se sustenta esta idea en el interés en expandirse, para modificar

esta sede o crear una sede nueva siguiendo las recomendaciones y hallazgos en este proceso investigativo (Avourdiadou & Theodorakis, 2014).

5. CONCLUSIONES

El modelo es adaptable ya que está presto a modificaciones que se requieran a futuro, ya sea en cuestiones de maquinaria nueva, ampliación o redistribución de la rutina, ya que es una correcta representación del sistema real, visto en las pruebas de validación y verificación. Se construyeron dos escenarios y, por las condiciones económicas del dueño del gimnasio, se planteó la posibilidad de comprar máquinas multifuncionales (que pueden tener variaciones para trabajar otro grupo de zona muscular) con el fin de incrementar los servicios que se prestan en el gimnasio y rediseñar la distribución actual de la planta.

La simulación es una herramienta que se puede aplicar en diversos entornos, y los centros deportivos pueden evaluarse como un fenómeno discreto, siendo fácilmente modelables con simulación discreta. En el centro deportivo de interés se observa en el escenario 1 que la distribución de las máquinas es crucial, dado que la revisión y análisis de esta distribución y la posterior evaluación de esta mediante simulación permite concluir apropiadamente sobre estas distribuciones de prueba. La definición de estas distribuciones se genera a partir de conocimiento de expertos y así, mejorar la satisfacción de los clientes.

En cuanto al escenario dos, se observa que los resultados incluyendo una inversión, en los cuellos de botella del sistema tiene un efecto positivo en el comportamiento del sistema, por la satisfacción de los clientes, el mayor flujo de estos y por ende un incremento en los ingresos del centro deportivo.

En general, la cultura es un factor determinante dentro de las instalaciones donde se encuentre un numeroso grupo de personas, una campaña que incentive a los usuarios a dejar las máquinas libres de peso o carga produciría un cambio significativo en la tasa de servicio, al evitar que una persona tenga que llegar a realizar su entrenamiento y la maquinaria se encuentre con un peso mayor del que puede levantar. Un cambio en el diseño de las rutinas, es decir que las personas no se concentren en un grupo específico de maquinarias produce un mejor estado anabólico de la masa muscular magra, ya que cuando las rutinas se varían en el cuerpo entra en estado anabólico de forma óptima.

6. REFERENCIAS

Aboud, S. J., Al Fayoumi, M., & Alnuaimi, M. (2010). Verification and validation of simulation models. En Abu-Taieh, E. M., & El-Sheikh, A. (Ed.), *Handbook of Research on Discrete Event Simulation Environments: Technologies and Applications* (pp. 58–74). <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-774-4.ch004>

Al-Arja, O. (2020). Acoustic Environment and Noise Exposure in Fitness Halls. *Applied Sciences*, 10(18), 6349. <https://doi.org/10.3390/app10186349>

Anjos, V., & Silva, J. (2020). Política de promoção da saúde no lazer em academias públicas de Campo Grande – MS, Brazil. *Retos*, (39), 379–387.

<https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.79382>

Avourdiadou, S., & Theodorakis, N. D. (2014). The development of loyalty among novice and experienced customers of sport and fitness centres. *Sport Management Review*, 17(4), 419–431. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.02.001>

Banks, J. (1998). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=dMZ1Zj3TBgAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Cassola, F., Morgado, L., de Carvalho, F., Paredes, H., Fonseca, B., & Martins, P. (2014). Online-Gym: A 3D Virtual Gymnasium Using Kinect Interaction. *Procedia Technology*, 13, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.017>

Christiansen, A. (2019). Civilized muscles: Building a powerful body as a vehicle for social status and identity formation. *Social Sciences*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/socsci8100287>

Concannon, K., Elder, M., Hindle, K., Tremble, J., & Tse, S. (2007). *Simulation Modeling with SIMUL8*. Recuperado de http://www.simtech.hu/_data/VFS_6084183539ff1c826da47589a021838c.pdf

Greenleaf, C., Klos, L., Hauff, C., Hennem, A., Pozoliniski, B., & Serafin, G. (2019). “Unless you puke, faint, or die, keep going!” Exploring weight stigma in the gym on The Biggest Loser. *Fat Studies*, 8(2), 110–126. <https://doi.org/10.1080/21604851.2019.1547572>

Jansson, A., Lubans, D., Smith, J., Duncan, M., Haslam, R., & Plotnikoff, R. (2019). A systematic review of outdoor gym use: Current evidence and future directions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(2), 103. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.08.135>

Labarca, N. (2007). Consideraciones teóricas de la competitividad empresarial. *Omnia*, 13(2), 158–184. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73713208.pdf>

Li, Y. (Marzo, 2020). Fault Detection of Club Fitness Equipment Based on Image Processing Technology. En Xu Z., Parizi R., Hammoudeh M., Loyola-González O. (Eds), *Cyber Security Intelligence and Analytics. CSIA 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, (pp. 760-767). China: Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43306-2_107

Lindelof, A., Nielsen, C., & Pedersen. (2012). A qualitative, longitudinal study exploring obese adolescents’ attitudes toward physical activity. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(1), 115–123. <https://doi.org/10.1123/jpah.10.1.115>

Lübcke, A., Martin, C., & Hellström, K. (2012). Older Adults’ Perceptions of Exercising in a Senior Gym. *Activities, Adaptation and Aging*, 36(2), 131–146. <https://doi.org/10.1080/01924788.2012.673157>

Mohd, N., & Mokhtar, A. (2019). Effects of an 8-week community exercise program on health-related physical fitness in overweight and obese working adults. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per Le Scienze Mediche*, 178(12), 922–934. <https://doi.org/10.23736/S0393-3660.18.03993-1>

Mosquera-González, D., Patiño-Toro, O. N., Sánchez-Díez, D. M., Agudelo-Cardona, J. F., Ospina-Mazo, D. M., & Bermúdez-Bedoya, J. F. (2019). Factores asociados a la calidad en el servicio en Centros de Acondicionamiento Físico a partir del modelo SERVQUAL. *Revista CEA*, 5(9), 13-32. <https://doi.org/10.22430/24223182.1253>

Ortega, J., Loureço, F., González-Víllora, S., & Campos, F. (2020). Estudio sobre la calidad percibida de los usuarios de fitness: a partir de sus características y preferencias según sexo y edad. *Retos*, (39), 477-482. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.80061>

Pinheiro, P., & Cavique, L. (2019). Extracting Actionable Knowledge to Increase Business Utility in Sport Services. En Moura Oliveira P., Novais P., Reis L. (Eds), *Progress in Artificial Intelligence. EPIA 2019. Lecture Notes in Computer Scienc.* Vila Real: Springer, Cham.

Plessner, H., & Haar, T. (2006). Sports performance judgments from a social cognitive perspective. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 555–575. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.03.007>

Rand, W., & Wilensky, U. (2006). Verification and Validation through Replication: A Case Study Using Axelrod and Hammond Ethnocentrism Model. Recuperado de <https://ccl.northwestern.edu/2006/naacsos2006.pdf>

Rocha, R. (2014). La riqueza del narcotráfico y la desigualdad en Colombia, 1976-2012. *Revista Criminalidad*, 56(2), 273–290. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/crim/v56n2/v56n2a07.pdf>

Starks, I., Lewthwaite, S., Carmont, M., & Ahmed, E. (2007). Spinning out of control, leading to cervical spine injury. *International SportMed Journal*, 8(1), 38–41. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/286723403_Spinning_out_of_control_leading_to_cervical_spine_injury

Silva, A., Correa-Díaz, A., Benjumea-Arias, & Valencia-Arias, A. (2017). Motivational factors and effects associated with physical-sport practice in undergraduate students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 811-815.

Uribe-Gómez, J. A., & Quintero-Ramírez, S. (2017). Aplicación de los modelos de simulación en entornos productivos bajo la metodología de teorías de las restricciones. *Revista CEA*, 3(6), 11-27.

Widanita, N., Kusuma, M., Budi, D., Suhartoyo, T., Listiandi, A., Anggraeni, D., & Gitya, N. (2019). The effectiveness of pilates training model towards BMI and muscle mass for overweight women. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 22(11). <https://doi.org/10.36295/ASRO.2019.22115>