



Enero – junio 2022

Recibido: 30-9-2022

Aceptado: 11-10-2022

# **Innovación en la educación universitaria. La resolución de problemas de programación lineal con el apoyo de videos**

Autor (a) José Enrique Rangel Arzola<sup>1</sup> y José Ortiz Buitrago<sup>2</sup>  
Dirección electrónica: jose.e.rangel@ucv.ve  
Adscripción: Universidad Central de Venezuela

**Resumen:** Este estudio fue elaborado usando el diseño, derivado del desarrollo e implementación de un experimento de enseñanza con actividades para la propuesta de resolución de problemas de Programación Lineal. Se llevó a cabo durante el desarrollo del semestre 2020-2021 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela en la carrera de Ingeniería de Procesos Industriales. El experimento se realizó a distancia, utilizando videos instruccionales grabados y alojados en la Plataforma Youtube a fin de facilitar el contacto asíncrono y garantizar el acceso al contenido por parte de los seis participantes, además se contó con el apoyo de otras plataformas tecnológicas (Redes sociales, chats y correo electrónico). El experimento de enseñanza se llevó a cabo durante seis semanas de duración, haciendo uso de recursos tecnológicos como es el caso de Excel Solver para la resolución de los problemas contextuales. Los resultados del estudio muestran que la utilización de videos proporciona accesibilidad, portabilidad

---

<sup>11</sup> Magister en Educación Matemática, Ing. en Informática. Docente UCV, Núcleo Cagua, Venezuela. Email: jose.e.rangel@ucv.ve ORCID: 0000-0001-5379-2484. <sup>2</sup> Doctor, Magíster y Licenciado en Matemáticas. Docente UC, miembro de la Unidad de Investigación del Ciclo Básico (UICB) FACES-UC Campus La Morita Venezuela. E-mail: [jortiz@uc.edu.ve](mailto:jortiz@uc.edu.ve) .ORCID: 0000-0002-8396-7537

y recurrencia, permitiéndole al estudiante una mayor flexibilidad y apertura al momento de interactuar con el contenido como alternativa a otros ambientes distintos al aula de clases, por consiguiente los niveles de competencia alcanzados fueron altos cuando se diseñan actividades basadas en este tipo de proceso de enseñanza, ya que incide, mejorando, las habilidades numéricas, verbales, deductivas y perceptuales. Por último la experiencia previa de los estudiantes en determinados contextos, fomenta y facilita el aprendizaje significativo al momento de proponer y resolver problemas de programación lineal proporcionando soluciones creativas a determinadas situaciones.

**Palabras clave:** resolución de problemas, programación lineal, videos instruccionales.

### **Innovation in university education. Solving linear programming problems with the support of videos**

**Abstract:** This study was carried out using the design-based research paradigm, derived from the development and implementation of a teaching experiment with activities for the proposed resolution of linear programming problems. It was carried out during the 2020-2021 semester of the Faculty of Engineering of the Central University of Venezuela in the career of Industrial Process Engineering. The experiment was conducted remotely, using instructional videos recorded and hosted on the Youtube Platform to facilitate asynchronous contact and ensure access to the content by the six participants, and was supported by other technological platforms (social networks, chats and email). The teaching experiment was conducted for six weeks, using technological resources such as Excel Solver for the resolution of contextual problems. The results of the study show that using video provides accessibility, portability and recurrence, allowing the student greater flexibility and openness in interacting

with the content as an alternative to environments other than the classroom, therefore the levels of proficiency achieved were high when designing activities based on this type of teaching process. since it incites, improving, numerical, verbal, deductive and perceptual. Finally, the students' previous experience in certain contexts encourages and facilitates meaningful learning when proposing and solving linear programming problems by providing creative solutions to certain situations.

**Keywords:** problem solving, linear programming, instructional videos.

## ***Introducción***

En la actualidad la educación universitaria se encuentra cada vez más relacionada al uso de las tecnologías de información TIC (Díaz, 2020), este cambio de paradigma pedagógico en los últimos años ha tenido una aceleración considerable en su implementación, motivado principalmente por la situación sanitaria que la sociedad afrontó en el año 2020 (Cucinotta & Vanelli, 2020). Sin duda, lo anterior ha representado un desafío importante para los docentes (García, Magallanes Carrillo, & Rodríguez Huaman, 2022), quienes han tenido que ampliar su preparación en términos de manejo de tecnología para afrontar dichas dificultades, manteniendo una educación de calidad y acceso para los estudiantes (Villa-Ochoa, Molina-Toro, & Borba, 2022). Es por ello que uno de los elementos que ha tomado relevancia en el quehacer educativo actual, ha sido el del uso de videos sobre matemáticas para afrontar este cambio (Huang, Yee Lai, & Huang, 2022); tanto por parte de los estudiantes y docentes, como alternativa a los libros de texto (Araujo, Otten, & Birisci, 2017) a través de las distintas plataformas para subir y compartir videos, entre otros. Ya sea para aclarar dudas, puntos que no se dieron o explicaron en clases o simplemente para aprender un nuevo tema, el

número de usuarios que acuden a este recurso para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, ha venido incrementándose (Borba, Souza Chiari, & de Almeida, 2018).

A pesar de que se emplean otras plataformas para el dictado de cursos en línea, tales como Google Classroom, Google Meet, Zoom, Skype, Jitsi Meet, entre otras, para las clases síncronas, el uso de videos proporciona varios beneficios de corte asíncrono que pueden favorecer tanto a docentes como a estudiantes, entre los que se encuentran, la disponibilidad, la facilidad de acceso, la portabilidad, linealidad de contenido y la recurrencia que pueden apoyar significativamente el proceso de aprendizaje (Rangel & Ortiz, 2021).

En base a lo antes expuesto, durante el desarrollo del periodo semestral llevado a cabo a finales del 2020 y principios del 2021 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, y en base a la falta de acceso debido a la situación sanitaria, tanto a las aulas como a los laboratorios de computación, se toma la iniciativa de estructurar el contenido programático del curso de Programación Lineal, utilizando videos instruccionales. A su vez, tomando en cuenta que el enfoque en el cual se encuentra fundamentada la carrera de Ingeniería de Procesos industriales es por competencias, surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo pueden desarrollar los estudiantes de ingeniería competencias con el apoyo de videos instruccionales para la resolución de problemas de Programación Lineal?

### Objetivo

Diseñar un experimento de enseñanza para la resolución de problemas de programación lineal con el apoyo de videos.

### Metodología

Este trabajo se desarrolló utilizando el paradigma de la investigación basada en diseño, puesto que proporciona tratamientos novedosos en determinadas áreas curriculares, tales como la introducción de nuevos tópicos así como nuevas tecnologías y nuevas formas de interacción (Confrey, 2006). El tipo de estudio que se abordó dentro de este paradigma, es el de los experimentos de enseñanza, descritos como una serie o secuencia de sesiones de enseñanza, los cuales son temporalizados (se establece una duración) y contextualizados (habitaciones para entrevistas, clases completas o ambientes más amplios) y donde se espera que los estudiantes construyan conocimiento, al igual que el docente a partir de las producciones de los estudiantes y demás investigadores involucrados en el proceso, a partir del conocimiento e interacciones entre los estudiantes y el docente (Molina, Castro, Molina, & Castro, 2011).

El experimento de enseñanza se llevó a cabo durante tres fases (Bakker & Van Eerde, 2015): Primera: Preparación y diseño, Segunda: Experimento de Enseñanza y Tercera: Análisis Retrospectivo. A continuación se describirán cada una de ellas.

La primera fase trató en el establecimiento del objetivo de la investigación, el cual consistió en diseñar un experimento de enseñanza para la resolución de problemas de programación lineal con el apoyo de videos. Posteriormente se procedió a la recolección de toda la información necesaria para la elaboración y grabación de los videos, así como del conjunto de problemas necesarios, utilizando la bibliografía propia de investigación de operaciones (Universidad Nacional Abierta, 1993; Hillier & Lierberman, 2010; Taha, 2012). A cada participante se le proporcionó vía correo electrónico, un guion de actividades por semana y en formato PDF, con todas las instrucciones necesarias tanto para el visionado de los videos como para la resolución de los problemas. Los videos fueron alojados en la plataforma

Youtube, específicamente en el canal “Programación Lineal Paso a Paso” (Rangel, Programación Lineal Paso a Paso, 2020). La descripción de las fases de todo el proceso se muestran en la Tabla 1.

Tabla N° 1 Fases del Experimento de Enseñanza.

<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>
<b>Preparación y diseño</b>	Definición del objetivo de investigación. Elaboración de los guiones para los videos. Grabación y alojamiento de los videos. Selección tanto de los problemas a resolver como el establecimiento de las competencias. Diseño de los guiones de actividades.
<b>Experimento de Enseñanza</b>	Desarrollo del objetivo de investigación. Recolección de la información. Análisis de la información.
<b>Análisis Retrospectivo</b>	Organización de la información recolectada. Analizar el proceso de la trayectoria hipotética de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 2 Sesiones del experimento de enseñanza

<b>Sesión</b>	<b>Videos</b>
<b>1</b>	Red de proyectos como programación Lineal (Lbt426, 2019) (8:35 minutos) Modelos de Programación Lineal (Lbt426, 2020) (27:54 minutos)

	<p>Modelo del problema de la dieta (Lbt426, 2019)(10:12 minutos)</p> <p>Modelo de mezcla de producción (Lbt426, 2019) (12:37 minutos)</p> <p>Modelo de asignación de productos a maquinas (Lbt426, 2019) (17:50 minutos)</p> <p>Modelo de finanzas (Lbt426, 2020)(24:50 minutos)</p> <p><b>Tiempo total de reproducción:</b> 100:48 minutos</p> <p><b>Duración promedio:</b> 16:73 minutos</p>
2	<p>Conjuntos convexos (Lbt426, 2020)(10:33 minutos)</p> <p>Método Grafico (Lbt426, 2020)(20:30 minutos)</p> <p>Método Algebraico (Lbt426, 2020)(23:35 minutos)</p> <p>Método Simplex: Caso Maximización (Lbt426, 2020) (32:19 minutos)</p> <p><b>Tiempo total de reproducción:</b> 86:20 minutos</p> <p><b>Duración promedio:</b> 21:55 minutos</p>
3	<p>Método Simplex: Caso Maximización (Lbt426, 2020)(32:19 minutos)</p> <p>Método Simplex: Caso Minimización (Lbt426, 2020) (26:32 minutos)</p> <p>Casos Especiales del Método Simplex (Lbt426, 2020)(18:15 minutos)</p> <p><b>Tiempo total de reproducción:</b> 86:20 minutos</p> <p><b>Duración promedio:</b> 25:55 minutos</p>

<p><b>4</b></p>	<p>Método Simplex Dual (Lbt426, 2019)(19:16 minutos)</p> <p>Interpretación económica de la dualidad (Lbt426, 2020)(28:42 minutos)</p> <p>Resolución de modelos de P.L Utilizando Excel Solver Parte I (Lbt426, 2019) (11:55 minutos)</p> <p>Resolución de modelos de P.L Utilizando Excel Solver Parte II (Lbt426, 2019) (14:05 minutos)</p> <p>Análisis de Sensibilidad en Excel Solver (Lbt426, 2019) (20:11 minutos)</p> <hr/> <p><b>Tiempo total de reproducción:</b> 93:29 minutos</p> <p><b>Duración promedio:</b> 18:65 minutos</p> <p><b>Actividades:</b> Video-Exposición 1</p>
<p><b>5</b></p>	<p>Modelos de transporte (Lbt426, 2020) (17:16 minutos)</p> <p>Método de la esquina nor-oeste (Lbt426, 2020) (18 minutos)</p> <p>Método del costo mínimo (Lbt426, 2020) (18:31 minutos)</p> <p>Método de aproximación de vogel (Lbt426, 2020)(21:56 minutos)</p> <p>Modelos de Asignación (Lbt426, 2019) (21:56)</p> <p>Resolución de modelos de transporte usando Excel Solver (Lbt426, 2019) (11:24 minutos)</p> <hr/> <p><b>Tiempo total de reproducción:</b> 108:23 minutos</p> <p><b>Duración promedio:</b> 18:37 minutos</p> <p><b>Actividades:</b> Video-Exposición 2</p>

Fuente: elaboración propia

Para la segunda fase, se llevó a cabo la implementación y arranque del conjunto de tareas diseñadas en la primera fase, durante el desarrollo de esta etapa y debido a que se llevó a cabo netamente bajo la modalidad a distancia y el apoyo del aprendizaje móvil, se mantuvo un canal de comunicación abierto con cada participante y de forma personalizada a través de mensajería WhatsApp, llamadas telefónicas y mensajes de texto, a fin de aclarar las diferentes dudas, consultas e inquietudes que se presentaron durante el proceso.

Tabla N°3 Competencias de Programación Lineal (CPL)

<b>Descriptor de comportamiento</b>
CPL1: Identificar el objetivo del problema, variables, recursos y requerimientos.
CPL2: Resolver Gráficamente el modelo de Programación Lineal.
CPL3: Resolución General de modelos de Programación Lineal
CPL4: Interpretar el modelo de programación lineal en función de la dualidad:
CPL5: Emplear recursos tecnológicos en la resolución de modelos de Programación Lineal.
CPL6: Analizar tecnológicamente el modelo de programación lineal.
CPL8: Practicar la ética en el trabajo en equipo.
CPL7: Emplear comunicación oral y escrita en función del lenguaje técnico.

Fuente: elaboración propia

## **Análisis-Disertación**

El experimento de enseñanza contó con la participación de seis (06) estudiantes pertenecientes al curso de Programación Lineal, los cuales tuvieron como asignación la grabación de dos videos-exposiciones (VE-1 y VE-2) para ser alojadas en la plataforma YouTube y cuyo propósito principal era el de proponer un problema de su entorno o ambiente laboral, de la comunidad, propio del hogar, entre otros, a ser modelado, resuelto y posteriormente analizado con programación lineal, puesto que esto representa una alternativa a los problemas planteados en los libros de texto (Mendible & Ortiz, 2007). Además, el mismo problema, debía ser resuelto con apoyo tecnológico, en este caso la hoja de cálculo electrónica Excel, y adicionalmente se otorgó libertad creativa a los participantes en la manera de grabar el video, utilizar gráficos, diagramas alusivos al problema propuesto o de utilizar voz en off.

Por otra parte, para el análisis de la trayectoria hipotética de aprendizaje, se establecieron las competencias en programación lineal como niveles de logro o metas que debían alcanzarse, durante el proceso de aprendizaje, desarrollado en el experimento de enseñanza en la fase dos (2). Por lo tanto, el conjunto de competencias se muestra en la Tabla 4.

Tabla N° 4 Competencias a identificarse por video-exposición

<b>Actividad</b>	<b>Competencias</b>
<b>VE-1</b>	CPL1, CPL3, CPL5, CPL6, CPL7, CPL8
<b>VE-2</b>	CPL1, CPL3, CPL5, CPL7, CPL8

Fuente: elaboración propia

Los niveles de logro se evaluaron utilizando el método SCID (desarrollo sistemático e instruccional de un Curriculum) (Irigoin & Vargas, 2002), el cual es una escala de medición adaptada que señala niveles progresivos de dominio que van desde el ítem A hasta el F de la siguiente manera: A (Profesional), B(Desarrollándose), C(Estándar), D(Capacitándose), E(Entrante) y F(Ausente). Para los participantes agrupados en parejas en las producciones de VE-1 estos niveles evaluados se muestran en la Tabla 5.

Tabla N° 5 Niveles de competencia alcanzados por los participantes en la VE-1

Participante	Nivel alcanzado					
	CPL1	CPL3	CPL5	CPL6	CPL7	CPL8
<b>Grupo 1</b>	B	B	A	C	A	D
<b>Grupo 2</b>	B	A	A	D	A	E
<b>Grupo 3</b>	B	B	A	C	A	D

Fuente: elaboración propia

De igual manera para las producciones de VE-2 se muestran en la Tabla 6.

Tabla N° 6 Niveles de competencia alcanzados por los participantes en la VE-2

Participante	Nivel alcanzado				
	CPL1	CPL3	CPL5	CPL7	CPL8
<b>Grupo 1</b>	B	A	A	A	B
<b>Grupo 2</b>	A	B	B	A	B
<b>Grupo 3</b>	B	B	A	A	B

Fuente: elaboración propia

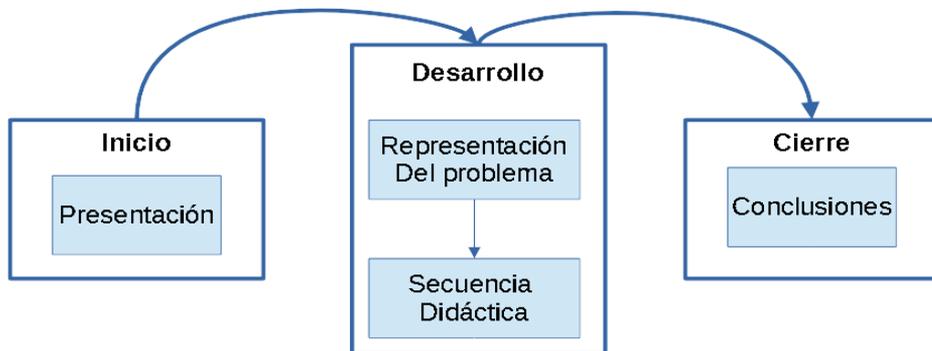
## ***Estudio de caso de las video exposiciones del Grupo 3***

En el primer video (VE-1) presentado por el segundo grupo, se aborda un problema acerca de una empresa productora de galletas, contextual, la duración del video es de 13:59 minutos, grabado con voz en off y con visibilidad de escritorio, los participantes hacen uso de los recursos a su tecnológicos a su alcance, tales como animaciones, el uso de la hoja electrónica y el Solver.

En consecuencia, se establecieron cinco (5) atributos audio-visuales, que se dividen de forma general con el inicio, desarrollo y cierre del video. La presentación que se asocia con el inicio, es la que tiene que ver con los aspectos técnicos del video, la calidad (resolución y calidad de audio), luego se tiene el desarrollo, asociado con la representación del problema (exposición del problema utilizando textos o imágenes) y la secuencia didáctica donde se establece un orden interno del procedimiento empleado para la resolución del problema, y que se identifican como fases esenciales de abstracción para el desarrollo de un modelo de programación lineal (Taha, 2012). Entre estas subfases se encuentran: el modelo de programación lineal, el planteamiento en la hoja electrónica, la solución con solver y el análisis de sensibilidad.

Por último se tiene la división de cierre en donde se encuentran los intereses, causas y motivos que llevaron tanto al planteamiento del problema como a su solución (interpretación), así como su beneficio al contexto donde se identificó. Todo este proceso se resume en la Figura 1.

Figura N° 1 Atributos audio-visuales de la video-exposición.



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, las características descritas por el Grupo 3 en la VE-1, se describen en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7 Características identificadas en la VE-1 del Grupo 3

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Presentación</b>	La calidad del video es de buena visibilidad, así como el sonido, aunque con poco ruido de ambiente que no obstaculiza su escucha.
<b>Representación del problema</b>	Expone detalladamente el problema presentado como una situación de producción de una empresa galletera, que necesita generar ganancias máximas utilizando recursos limitados.
<b>Secuencia Didáctica</b>	La resolución del problema es explicada paso a paso (problema-modelo-resolución en

	software-interpretación), no haciendo uso de animaciones o diagramas alusivos al problema, que podrían mejorar su comprensión. Se hace uso del análisis de sensibilidad para describir algunos elementos de los intervalos de optimalidad y factibilidad.
<b>Conclusiones finales</b>	Establece correctamente la solución del problema como recomendación a la compañía, adicionalmente exponen haber tenido experiencia laboral dentro de la empresa.

Fuente: elaboración propia

En la Figura N° 2 se muestran dos recuadros con capturas de pantalla de la VE-1, referentes tanto al texto que contiene el planteamiento del problema de los participantes así como el uso de las celdas de la hoja de cálculo para la construcción del modelo de P.L durante la explicación del procedimiento.

Figura N°2 Capturas de pantalla de VE-1

### Ejercicio

En una institución empresarial conocida CA Sucutora de José Puig & Cia donde es reconocida por ser una de las más importantes productora de galletas en Venezuela, donde produce dos tipos de galleta A y B en la cual requiere dos tipos de materia prima: avena y afrecho. La galleta A requiere 1 unidades avena y 2 de afrecho y la galleta B requiere 3 unidades de avena y 1 de afrecho. La disponibilidad de la avena son de 9 unidades y la disponibilidad de afrecho son de 8 unidades. Por otro lado, el beneficio obtenido produciendo la galleta A es de 20\$ y de la galleta B son 40\$. Calcule la producción diaria de la galleta A y B para obtener un máximo beneficio

Producto:	Galleta A	Galleta B				
Cantidad que debe producirse:			Coste			
Costo unitario:	20	40	0			
Restricciones	Uso de	recursos	Total U	Relación	LD	Holgura
Avena:	1	3	0	<=	9	9
Afrecho:	2	1	=D8*\$D\$4+E8	<=	8	8

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, a partir del análisis de la VE-1 del Grupo 3, se identificaron y evaluaron las competencias en programación lineal como expectativas de aprendizaje, estas competencias, fueron respectivamente CPL1, CPL5, CPL7 y CPL8 como se muestran en la Tabla 8. Por lo tanto, las ideas que apoyan el concepto de competencia, se refieren a tres (03) elementos principales: a) sirven y se manifiestan con la acción, b) se aprenden y se desarrollan, y c) se muestran y ejercen en un determinado contexto (Rico & Moreno, 2016). Por estos motivos, las competencias que se presentan, tienen como expectativa principal la de solucionar necesidades del entorno, modelando problemas con programación lineal, para luego resolverlo utilizando el empleo de tecnologías disponibles.

Tabla N° 8 Competencias identificadas y evaluadas en la VE-1 del Grupo 3

<b>C-N</b>	<b>Descripción</b>
<b>CPL1-B</b>	Establece todos los parámetros del modelo sin llegar a definir todas las relaciones entre las magnitudes. Establece gran parte de los elementos que conforman el modelo de P.L, se evidencia exactitud en las definiciones.
<b>CPL5-A</b>	Se evidencia un total dominio de diversos cálculos matemáticos y computaciones así como la habilidad de establecer comparaciones reflexivas y críticas entre ambos métodos. Expresa seguridad.
<b>CPL7-A</b>	Se evidencia un sobresaliente dominio de calidad del lenguaje oral, escrito y técnico, con exposición precisa, clara argumentativa y reflexiva.
<b>CPL8-D</b>	Se evidencia parcialmente el desarrollo del trabajo en equipo.
<b>Leyenda: C-N=Competencia-Nivel</b>	

Fuente: elaboración propia

En el segundo video (VE-2) presentado por el tercer grupo, se aborda un problema de transporte referente a la misma empresa productora de galletas (VE-1), la duración del video en este caso es de 12:35 minutos, también grabado con voz en off e igualmente con visibilidad de escritorio, los participantes hacen uso de los mismos recursos a su tecnológicos a su alcance, tales como animaciones, el uso de la hoja electrónica y el Solver. De la misma manera, las

características descritas por el Grupo 3 en la VE-2, se describen en la Tabla N° 9.

Tabla N°9 Características identificadas en la VE-2 del Grupo 3

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Presentación</b>	Al igual que VE-1, La calidad del video es de buena resolución, así como el sonido, aunque con muy poco ruido de ambiente que no obstaculiza su escucha.
<b>Planteamiento del problema</b>	Expone detalladamente el problema presentado como una situación de transporte de la misma empresa galletera que VE-1, cuyo objetivo es disminuir los costos de envío desde las plantas (orígenes) a los mercados (destinos).
<b>Secuencia Didáctica</b>	La resolución del problema es explicada paso a paso (problema-modelo-resolución en software-interpretación), haciendo uso de la paleta de colores en celdas para resaltar sus componentes.
<b>Conclusiones finales</b>	Establece correctamente la solución del problema como recomendación a la empresa, haciendo uso del diagrama de red como representación de la solución.

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente en la Figura N° 3 se muestran recuadros con capturas de pantalla de la VE-2, referentes tanto al texto y los datos de la tabla de costos de transporte que representan el problema así como el modelo de P.L. construido durante la explicación del procedimiento en el video.

Figura N° 3 Capturas de pantalla de VE-2

Ejercicio de ejemplo	Planta	Mercado				Oferta
		1	2	3	4	
Una industria conocida como CA Sucesora de José Puig & Cia, fabrica productos en tres plantas diferentes, de las cuales 4 mercados son abastecidos. La demanda del mercado, las capacidades de cada planta y los costos de transporte de cada planta a cada mercado se muestran a continuación:	A	9	6	4	7	35
	B	2	4	6	3	20
	C	8	1	8	6	45
	<b>Demanda</b>	30	40	10	20	<b>100</b>

$$\text{Min } Z = 9x_{11} + 6x_{12} + 4x_{13} + 7x_{14} + 2x_{21} + 4x_{22} + 6x_{23} + 3x_{24} + 8x_{31} + x_{32} + 8x_{33} + 6x_{34}$$

Sujeto a:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 35 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 20 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 45 \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} = 30 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} = 40 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} = 10 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} = 20 \end{cases}$$

Con  $x_{ij} \geq 0$

Fuente: elaboración propia

Al igual que el análisis del VE-1, las competencias identificadas y evaluadas en el VE-2 se muestran en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10 Competencias identificadas y evaluadas en la VE-2 del Grupo 3

C-N	Descripción
CPL1-B	Establece todos los parámetros del modelo sin llegar a definir todas las relaciones entre las magnitudes. Establece gran parte de los elementos que conforman el modelo de P.L, se evidencia exactitud en las definiciones.
CPL5-A	Se evidencia un total dominio de diversos cálculos matemáticos y computaciones así como la habilidad de establecer comparaciones reflexivas y críticas entre ambos métodos. Expresa seguridad.
CPL7-A	Se evidencia un sobresaliente dominio de calidad del lenguaje oral, escrito y técnico, con exposición precisa, clara argumentativa y reflexiva.
CPL8-B	Posee buena cohesión del trabajo en equipo y ética, comunicación efectiva.
Leyenda: <b>C-N=Competencia-Nivel</b>	

Fuente: elaboración propia

### Conclusiones

Se ha expuesto la aplicación del paradigma de la investigación de diseño utilizando un experimento de enseñanza. El uso de videos para la enseñanza de la Programación Lineal y la resolución de problemas propuestos por el estudiante en contextos específicos, brinda una nueva alternativa al trabajo dentro del aula de clases, ya que en términos de disponibilidad de este tipo de material

didáctico, proporciona accesibilidad, portabilidad y recurrencia, permitiéndole al estudiante una mayor flexibilidad al momento de interactuar con el contenido, además de impulsar el aprendizaje colaborativo (Huang, y otros, 2020). Por otra parte debe de existir una administración y gestión precisa por parte del docente a la hora de suministrar y hacerle seguimiento a cada una de las actividades, siendo deseable el apoyo en otros medios de forma conjunta (redes sociales, foros, chats, etc.)

En cuanto al proceso de adquisición de competencias, suele ser complejo (Krammer, Ratzka, Klieme, Lipowsky, Pauli, & Reusser, 2006), ya que algunas se logran tanto en el mediano plazo como en el largo plazo. En el experimento los niveles logrados fueron altos, sobre todo en las competencias de modelización y uso de tecnología. El diseño de los videos instruccionales por parte del docente, se encuentra íntimamente relacionado con su potenciación, ya que durante la secuencia didáctica, se debe contener un conjunto de herramientas tanto teóricas como tecnológicas, así como otros factores de tipo técnico, que le proporcionen al estudiante las posibilidades de fomentar la apertura y reflexión en cuanto a cómo utilizar sus habilidades numéricas, verbales, deductivas y perceptuales, así como otras habilidades cognitivas, al momento de dar el paso en contextos específicos para la identificación, propuesta, construcción y resolución de modelos de programación lineal.

La experiencia previa por parte del estudiante en determinados contextos, que incluyen diversas causas (negocio propio, campo de trabajo u otras actividades que denoten experiencia), puede resultar muy ventajoso y provechoso al momento de identificar y proponer problemas susceptibles a ser resueltos con programación lineal, ya que proporciona soluciones creativas e innovadores a determinada situación. Esto se debe a que el cumulo de

---

conocimientos previos que ya posee, conjugado con la nueva información, establece relaciones consistentes que aportan beneficios al proceso de aprendizaje.

## ***Referencias***

- Araujo, Z. d., Otten, S., & Birisci, S. (2017). Teacher-created videos in a flipped mathematics class: digital. *ZDM Mathematics Education* , DOI 10.1007/s11858-017-0872-6.
- Bakker, A., & Van Eerde, D. (2015). An Introduction to Design-Based Research with an Example From Statistics Education . En A. Binkner-Ahsbahs, C. Knipping, & N. Presmeg, *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (págs. 430-431). New York: Springer.
- Borba, M. C., Souza Chiari, A. S., & de Almeida, H. R. (2018). Interactions in virtual learning environments: new roles. *Educational Studies in Mathematics* , 269-285.
- Confrey, J. (2006). The Evolution of Design Studies. En R. S. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (págs. 135-152). Nueva York: Cambridge University Press.
- Cucinotta, D., & Vanelli, M. (2020). WHO declares COVID-19a Pandemic. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 91 (1) , 157-160.
- Díaz, J. E. (2020). Tecnologías emergentes aplicadas en la enseñanza de las matemáticas . *Didáctica. innovación y multimedia* , (38).
- García, P. A., Magallanes Carrillo, J. M., & Rodríguez Huaman, M. A. (2022). La enseñanza de las matemáticas desde entornos virtuales: retos y perspectivas en tiempos de pandemia. *Revista de Investigación* , 82-106.

- Hillier, F., & Lierberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México, D.F: Mcgraw Hill.
- Huang, M. C.-L., Chou, C. Y., Wu, Y. T., Shih, J.-L., Y.C Yeh, C., C. C Lao, A., y otros. (2020). Interest driven video creation for learning mathematics . *Journal of Computers in Education* , 395-433.
- Huang, X., Yee Lai, M., & Huang, R. (2022). Teachers' changes when addressing the challenges in unexpected. *ZDM – Mathematics Education* , 359–372.
- Irigoin, M., & Vargas, F. (2002). *Competencia Laboral: Manual de conceptos, métodos y procedimientos en el sector salud*. En *Competencia Laboral: Manual de conceptos, métodos y procedimientos en el sector salud*.
- Krammer, K., Ratzka, N., Klieme, E., Lipowsky, F., Pauli, C., & Reusser, K. (2006). Learning with Classroom Videos: Conception and first results of an online teacher-training program. *ZDM* , 442-432.
- Lbt426. (17 de Julio de 2019). Red de proyectos como programación lineal . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/UEvjZRync34>.
- Lbt426. (26 de Agosto de 2019). Modelo del problema de la dieta . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/6NWwwKxRqWA>.
- Lbt426. (26 de Agosto de 2019). Modelo de mezcla de producción . [Archivo de Video]. Youtube. [https://youtu.be/oiwC\\_trKEN8](https://youtu.be/oiwC_trKEN8).
- Lbt426. (13 de Agosto de 2019). Modelo de asignación de productos a máquinas . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/qPkMRXhEQHI>.

- 
- Lbt426. (4 de Noviembre de 2019). Método dual simplex . [Archivo de Video]. Youtube. [https://youtu.be/Saoz3H\\_zRuw](https://youtu.be/Saoz3H_zRuw).
- Lbt426. (4 de Febrero de 2019). Resolución de problemas de Programación Lineal usando Solver parte I . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/wCCLd9sWyyv4>.
- Lbt426. (12 de Febrero de 2019). Resolución de problemas de Programación Lineal usando Solver parte II . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/SDxK5H9nN7w>.
- Lbt426. (1 de Marzo de 2019). Ejemplo de cómo utilizar el análisis de sensibilidad en Excel Solver . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/hDOLzLvtREs>.
- Lbt426. (9 de noviembre de 2019). Modelos de asignación. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/a8hLemO2mcU>.
- Lbt426. (2 de Marzo de 2019). Resolución de modelos de transporte utilizando Excel Solver . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/uhooskHMmCw>.
- Lbt426. (25 de Agosto de 2020). Modelos de programación lineal . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/ZBeBIYIoYIs>.
- Lbt426. (25 de Agosto de 2020). Modelo de finanzas . [Archivo de Video]. Youtube. [https://youtu.be/2cL8\\_fRpArQ](https://youtu.be/2cL8_fRpArQ).
- Lbt426. (30 de Agosto de 2020). Conjuntos convexos . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/-HpJI7RVC6w>.
- Lbt426. (18 de Julio de 2020). Método Gráfico . [Archivo de Video]. Youtube. [https://youtu.be/cbLEGOq\\_quo](https://youtu.be/cbLEGOq_quo).

Lbt426. (18 de Julio de 2020). Método Algebraico en Programación Lineal . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/LZ4ZWGqBC-k>.

Lbt426. (30 de Julio de 2020). Método Simplex Caso Maximización. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/-r9MmZqKbQg>.

Lbt426. (30 de Julio de 2020). Método Simplex Caso Minimización . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/p5aUD3xN8E4>.

Lbt426. (31 de Julio de 2020). Casos Especiales del Método Simplex. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/QbbGsQneFZE>.

Lbt426. (11 de Septiembre de 2020). Interpretación económica de la dualidad . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/rgnKQOfQJUg>.

Lbt426. (11 de Septiembre de 2020). Modelos de Transporte . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/O7uo6lDoF1A>.

Lbt426. (10 de Septiembre de 2020). Método de la esquina nor-oeste . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/ydy5JVSuULU>.

Lbt426. (10 de Septiembre de 2020). Método del Costo Mínimo . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/TJ8HLrxO2uU>.

Lbt426. (10 de Septiembre de 2020). Método de aproximación de Vogel . [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/trnSHdAy-jU>.

Mendible, A., & Ortiz, J. (2007). Modelización matemática en la formación de ingenieros. La importancia del contexto. Enseñanza de la matemática , 133-150.

---

Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 75-88.

Rangel, J. (2020). Programación Lineal Paso a Paso. [Canal de Youtube]. Youtube. [https://www.youtube.com/channel/UCAoc63nXzC8m\\_nVvnfYReQ](https://www.youtube.com/channel/UCAoc63nXzC8m_nVvnfYReQ).

Rangel, J., & Ortiz, J. (19 de Octubre de 2021). Modelización matemática, programación lineal y videos instruccionales. Una experiencia en la formación de ingenieros. En X COVEM (Dirección). X Congreso Venezolano de Educación Matemática 2021 . Conferencia dictada en línea.

Rico, L., & Moreno, A. (2016). Elementos de didáctica de la matemática para el profesor de secundaria. Madrid: Ediciones Pirámide.

Taha, H. (2012). Investigación de Operaciones. Mexico: Pearson.

Universidad Nacional Abierta. (1993). Investigación de Operaciones I. Caracas: Editorial UNA.

Villa-Ochoa, J. A., Molina-Toro, J. F., & Borba, M. (2022). Roles of technologies for future teaching in a pandemic: activity,. *ZDM – Mathematics Education*, <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01429-4>.

.

.