

ESTRATEGIA AUTODIDACTA PARA SELECCIONAR MATERIALES DE INGENIERÍA UTILIZANDO GRANTA-EDUPACK

SELF-TEACHING STRATEGY FOR SELECTING ENGINEERING MATERIALS USING GRANTA-EDUPACK

V. E. Salazar Muñoz¹
I. Kado-Mercado Elías²
O. M. Noriega Navarro³

RESUMEN

El software Granta Edupack es una base de datos de materiales actualizada, que ha resultado ser una gran herramienta para la enseñanza a distancia mediante el uso remoto de la misma. En este trabajo se plantea la estrategia utilizada para que los estudiantes de ingeniería adquieran las habilidades necesarias para seleccionar materiales para distintas aplicaciones. La estrategia consiste en el desarrollo de un proyecto basado en la premisa de mejorar las propiedades de un producto de uso cotidiano, buscando disminuir el impacto ambiental y sin comprometer las restricciones requeridas para que el objeto cumpla la función para la cual fue diseñado. En este trabajo se presentan los resultados del proyecto del estudiante Noriega Navarro O.M., en el que propone sustituir algunos materiales poliméricos presentes en una impresora de papel, por un material biodegradable con propiedades similares. Los resultados permiten evidenciar la adquisición de las competencias necesarias mediante la modalidad virtual por parte de los Estudiantes.

ABSTRACT

Granta Edupack software is an up-to-date materials database, which has been a great tool for distance learning through remote use. In this work the strategy used for engineering students to acquire the necessary skills to select materials for the different applications is proposed. The strategy consists in a project development, improving the selected product properties, seeking to reduce the environmental impact and not affecting its operation. In this work the results of the project of the student Noriega Navarro are presented, in which he proposes to replace some polymeric materials present in a paper printer with a biodegradable material with similar properties. The results allow to demonstrate the acquisition of the necessary competences by the students through the virtual modality.

ANTECEDENTES

De acuerdo con Ashby (2011), la selección de materiales de uso ingenieril es un proceso intuitivo que todos los ingenieros experimentan en alguna etapa de su desempeño laboral. Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), se preparan para convertirse en expertos al momento de seleccionar materiales para las diferentes aplicaciones de ingeniería. En ese sentido, los estudiantes cursan de manera obligatoria en el noveno semestre, la materia llamada “Selección y Uso de Materiales”. Durante el curso se utiliza activamente el software Granta Edupack diseñado por la Universidad de Cambridge, el cual es un conjunto único de recursos didácticos que apoyan la educación de materiales en ingeniería, diseño, ciencia y desarrollo sostenible (Ansys, 2020).

¹ Profesor de Asignatura. Área de Metalurgia y Materiales de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. veronica.salazar@uaslp.mx

² Coordinador de carrera. Área de Metalurgia y Materiales de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ivonne.elias@uaslp.mx

³ Estudiante. Área de Metalurgia y Materiales de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. a233395@alumnos.uaslp.mx

En la modalidad virtual se implementó el uso del software Granta Edupack 2020 de manera remota. Asimismo, se estableció la estrategia de desarmar un objeto de uso cotidiano, analizar las piezas que lo conforman y proponer nuevos materiales de menor costo e impacto ambiental. Debido a la situación pandémica, la asesoría se realizó a través de medios digitales. En consecuencia, los estudiantes se vieron en la necesidad de ser autodidactas y tomar decisiones. Con base en los resultados satisfactorios obtenidos, se puede afirmar que la enseñanza de ingeniería en temas específicos es posible mediante la modalidad virtual. Los objetivos se lograron estableciendo los medios necesarios y apoyando adecuadamente a los estudiantes.

En el semestre 2020-2021/I se presentaron 18 proyectos, de los cuales se seleccionó uno para ser examinado en este trabajo. En este trabajo se presentan los resultados del proyecto titulado “Implementación del PLA como alternativa biodegradable en impresoras de tinta” elaborado por el estudiante Oscar Mauricio Noriega Navarro. El proyecto se analizó desde la perspectiva educativa y de la adquisición de las competencias al seleccionar materiales utilizando herramientas tecnológicas de alto nivel en la modalidad virtual.

METODOLOGÍA

La metodología empleada se muestra esquemáticamente en la Figura 1, como se puede observar el proyecto se dividió en actividades concretas, para las cuales se establecieron fechas de entrega definidas. Los avances de cada proyecto se entregaron semanalmente y, finalmente, los resultados conclusivos se presentaron en un reporte escrito. El software Granta Edupack 2020 se utilizó para analizar las propiedades de los Materiales originales (MO), de los Materiales Propuestos (MP), los parámetros de los procesos de manufactura, y para el análisis de costos. Dado que el software se encuentra instalado en las computadoras de la Facultad de Ingeniería-UASLP, los estudiantes lo utilizaron de manera remota mediante la aplicación gratuita “AnyDesk” (<https://anydesk.com>).

Para el proyecto en cuestión se seleccionó una impresora de marca comercial modelo 2008, cabe mencionar que, la misma ya no cumplía su función debido a fallas desconocidas. La impresora contaba con un total aproximado de 150 piezas, de las cuales se identificaron 52 tipos diferentes; posteriormente, se seleccionaron 4 para realizar el análisis teórico a profundidad. Mediante la investigación de los antecedentes se corroboró la naturaleza de los MO. El análisis de la selección de los MP se realizó de manera teórica, pero muy cercano a la realidad debido a la exhaustiva investigación y comparación de diversos materiales utilizando Granta Edupack 2020. Sin embargo, en la práctica, estos resultados deberían corroborarse con una serie de análisis químicos, simulaciones, así como técnicas de evaluación de propiedades mecánicas, térmicas, ópticas, magnéticas y de resistencia a la corrosión.

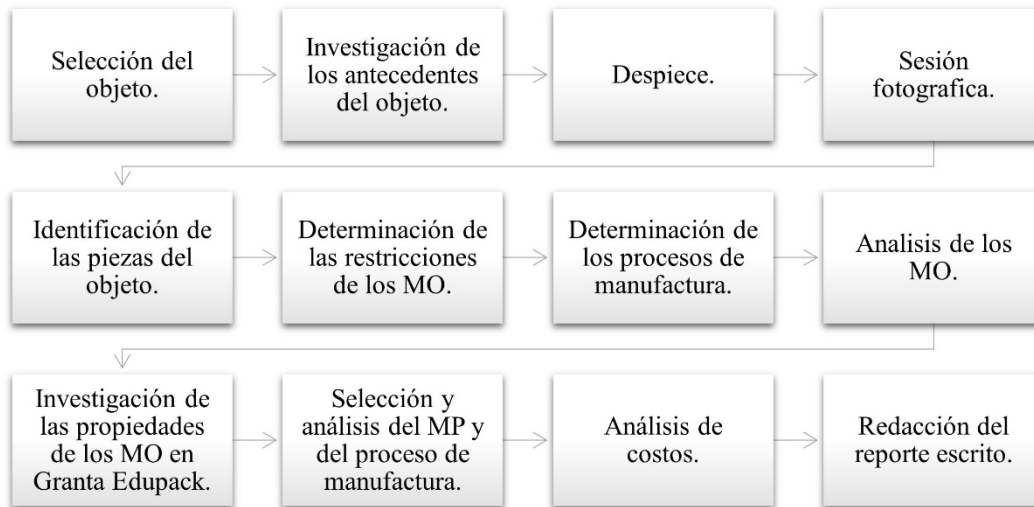


Figura 1. Esquema de la metodología de trabajo el proyecto. MO: Materiales originales. MP: Materiales Propuestos

RESULTADOS

La impresora analizada cuenta con aproximadamente 150 partes esenciales para su funcionamiento. El primer conjunto de componentes se basa en el sistema interno de la impresora, como se observa en la Figura 2, conformado por un aproximado de 100 piezas, las cuales se dividieron en 4 grupos para facilitar su identificación. En la Figura 3 se muestra la identificación de cada una de las partes de la impresora. Mientras que en la Figura 4 se muestran los componentes externos de la misma.



Figura 2. Impresora desarmada, se observan algunas de las piezas que la componen. Fotografía tomada por Noriega Navarro O.M.

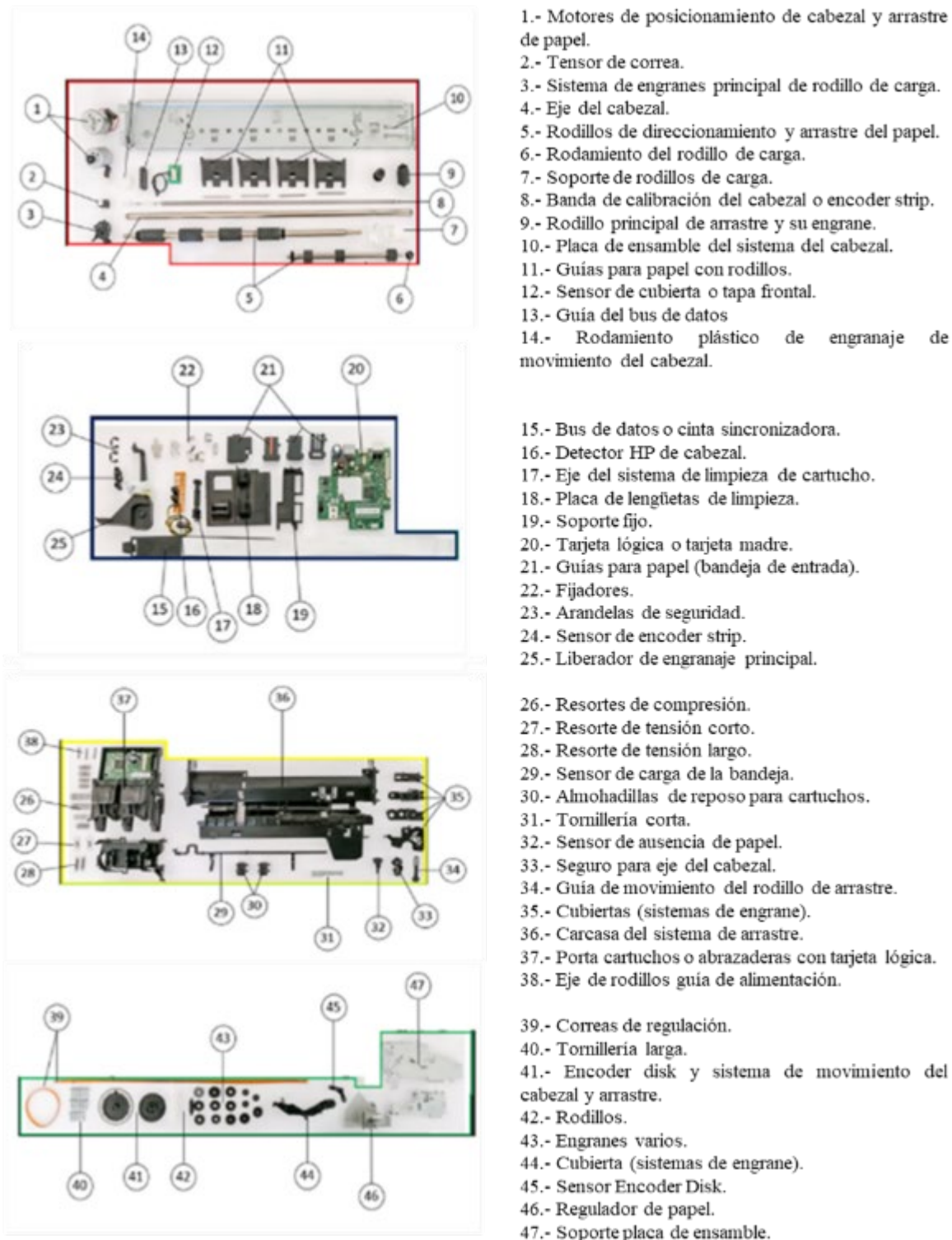


Figura 3. Identificación de las piezas que conforman la impresora

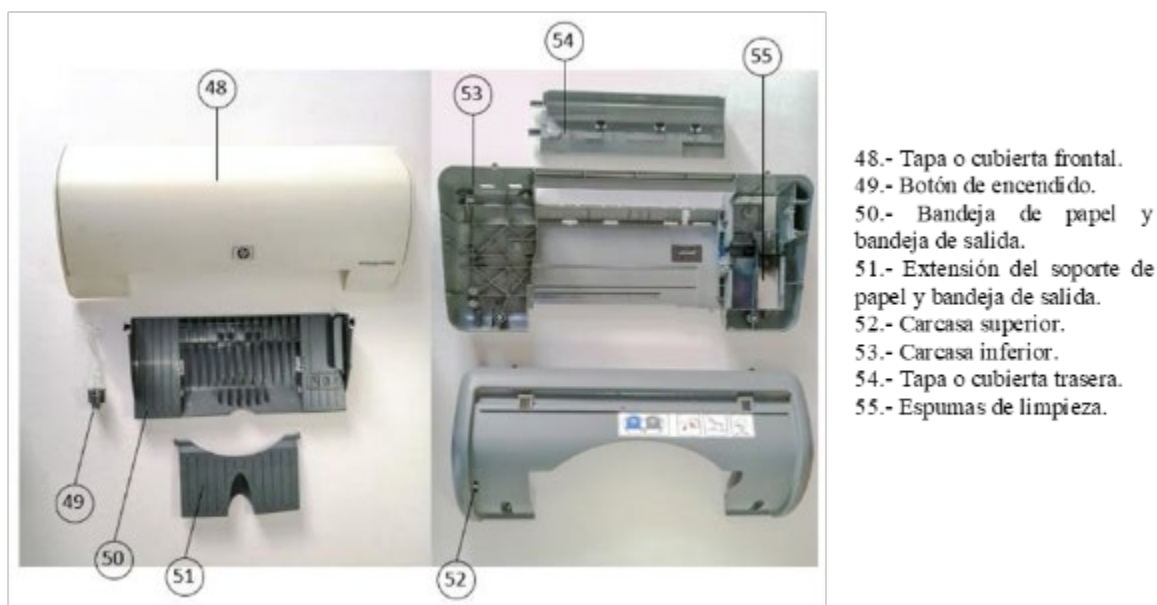


Figura 4. Despiece del sistema externo de la impresora seleccionada

El estudiante Noriega Navarro determinó mediante investigación y con base en sus conocimientos previos que, la carcasa del sistema de arrastre (pieza 36 de la Figura 3) estaba fabricada de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

De acuerdo con Olivera *et al.* (2016), el ABS es un polímero procedente de la emulsión o polimerización en masa de acrilonitrilo y estireno en presencia de polibutadieno, caracterizado por ser resistente al impacto y fácil de moldear. Conjuntamente, determinó que la tapa frontal y las carcasas superior e inferior estaban fabricadas de poliestireno (PS), piezas 48, 52 y 53 de la Figura 4.

En la Tabla 1 se muestran las principales propiedades del ABS y del PS. Además, comprobó que las cuatro piezas en cuestión se fabricaron por moldeo de inyección, debido a que identificó las marcas características de las boquillas de inyección y escape en el producto final.

Tabla 1. Principales propiedades de los materiales originales de las piezas seleccionadas

Material	Limite elástico (MPa)	Elongación (%)	Resistencia a la fatiga para 10^7 ciclos (MPa.m ^{0.5})
Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	34.5 – 49.60	5 - 60	1.46 – 4.29
Poliestireno (PS)	28.70 – 41.40	1.2 – 2.5	14.4 – 20.7

Nota fuente: Granta EduPack (Ansys, 2020)

Noriega Navarro decidió proponer materiales sustitutos de las piezas más voluminosas, con el objetivo de disminuir mayormente el impacto ambiental derivado de la extracción de la materia prima y del proceso de manufactura de las piezas finales. Después de un análisis riguroso, decidió proponer como material sustituto el biopolímero Ácido Poliláctico (PLA) para las siguientes piezas: Carcasa del sistema de arrastre, carcasa superior, carcasa inferior y tapa frontal.

Las tres principales restricciones determinadas y evaluadas por el estudiante fueron las siguientes. La resistencia a la fatiga a 10^7 ciclos se consideró como restricción importante dado que las piezas de interés son sometidas a esfuerzos cíclicos al abrir y cerrar continuamente la tapa frontal, como para retirar y colocar cartuchos o papel atascado. El PLA destaca en esta propiedad, ya que ofrece una vida útil más larga siendo sometido a esfuerzos cíclicos, Figura 5. La moldeabilidad es la capacidad del material para adquirir una determinada forma por efecto de esfuerzos externos y de conservarla cuando éstos cesan. Por el proceso de manufactura de moldeo por inyección, es importante que el material sea moldeable, el PLA se encuentra un rango muy similar al de la moldeabilidad en ABS y PS como se muestra en la Figura 5.

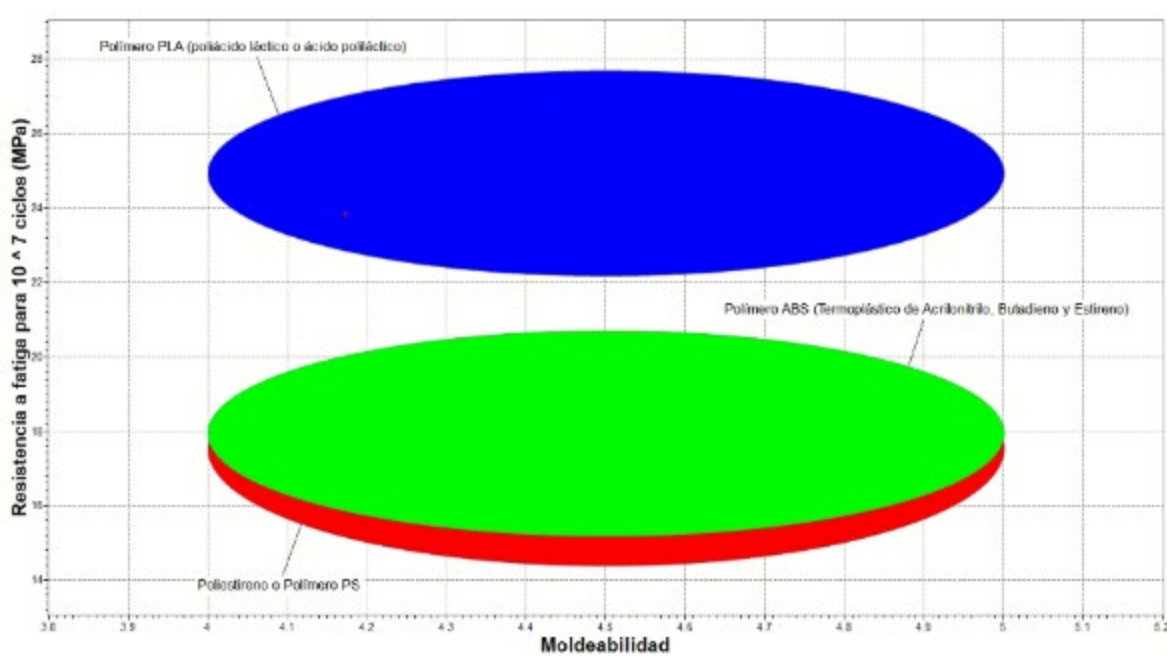


Figura 5. Gráfico comparativo de resistencia a la fatiga para 10^7 ciclos de los materiales vs la moldeabilidad. Azul: Polímero PLA. Verde: Polímero ABS. Rojo: Polímero PS.

Tomado de: Granta EduPack (Ansys, 2020)

La temperatura de servicio del PLA se encuentra dentro del rango de operación de una impresora común, tal como se muestra en la Figura 6, aun cuando está por debajo de los materiales originales no se vería afectado el desempeño de los componentes.

En cuanto al impacto ambiental, las propiedades que analizó Noriega Navarro en el PLA fueron la capacidad de reciclaje del material, así como la Huella de CO₂ que se produce al manufacturarlo y la capacidad para ser biodegradado. El PLA deja una huella de CO₂ menor que la de los materiales originales, además de que es biodegradable, como se muestra en la Figura 7.

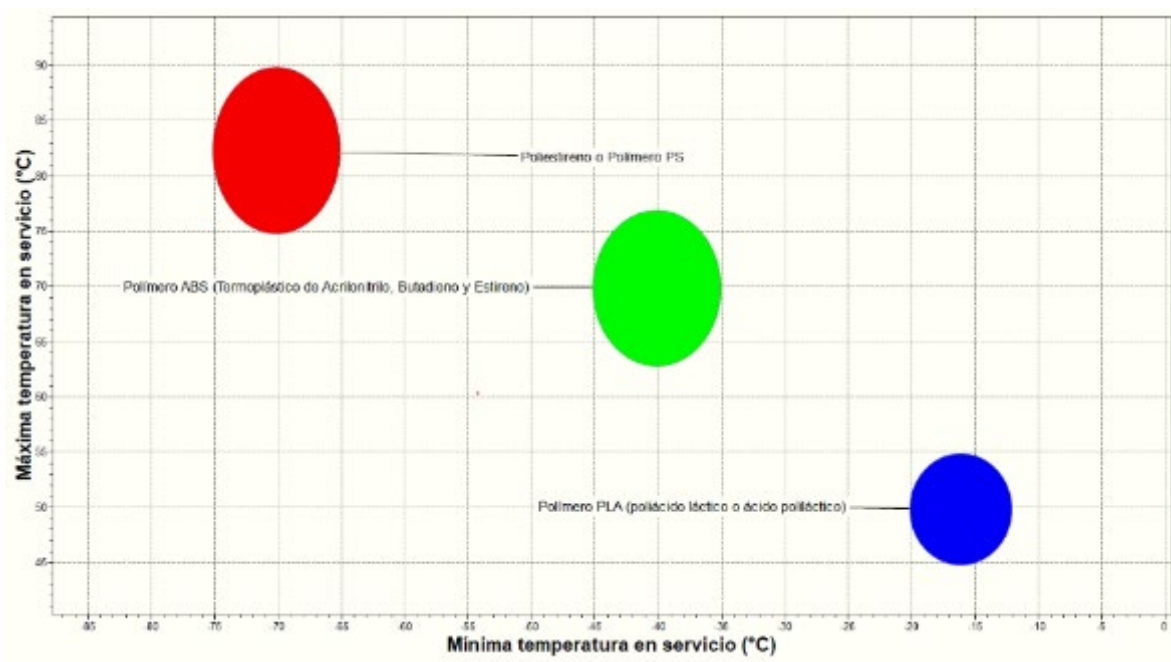


Figura 6. Comparación de la temperatura de servicio de los materiales evaluados. Azul: Polímero PLA. Verde: Polímero ABS. Rojo: Polímero PS.
Tomado de: Granta EduPack (Ansys, 2020)

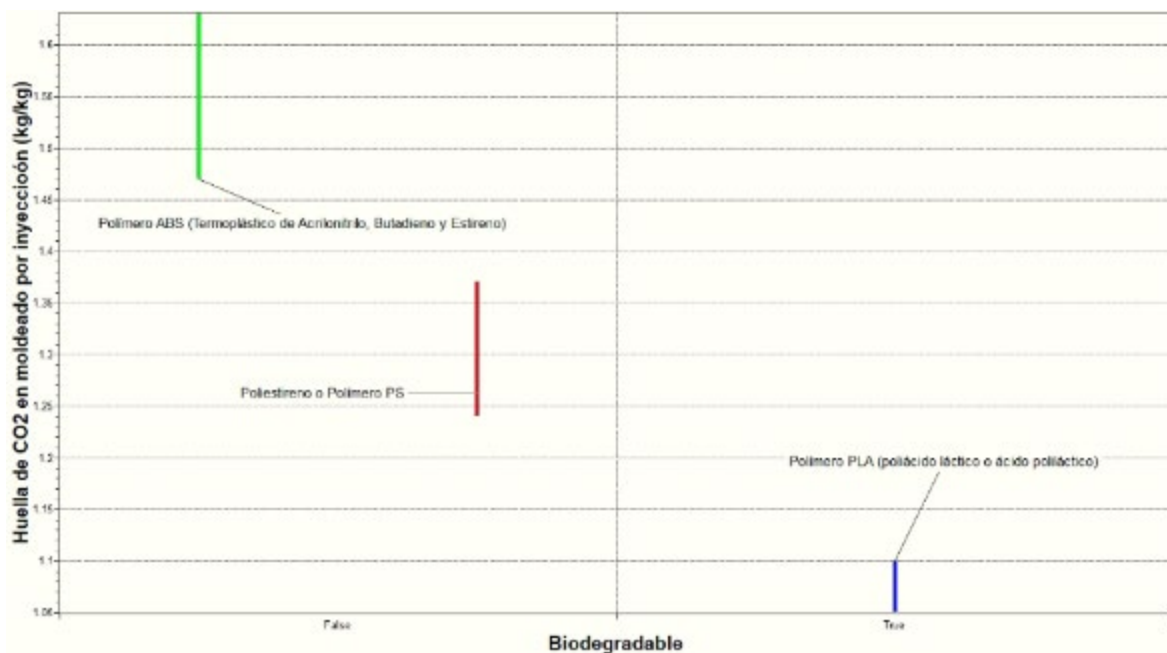


Figura 7. Gráfico que muestra la Huella de CO₂ producida al moldear por inyección a los polímeros ABS, PS y PLA, divididos con base en su biodegradabilidad. Azul: Polímero PLA. Verde: Polímero ABS. Rojo: Polímero PS.
Tomado de: Granta EduPack (Ansys, 2020)

En la Figura 8 se compara la energía requerida para moldear los polímeros originales de los cuales estaban fabricadas las piezas problema, y cómo se puede apreciar en el gráfico el PLA presenta el menor requerimiento energético. Aun cuando el precio por kilogramo de PLA es mayor que el de los originales, el procesamiento sería más económico. La propuesta se justifica debido a que el PLA presenta propiedades y costos similares a las de los polímeros originales, con la ventaja de que es un polímero biodegradable.

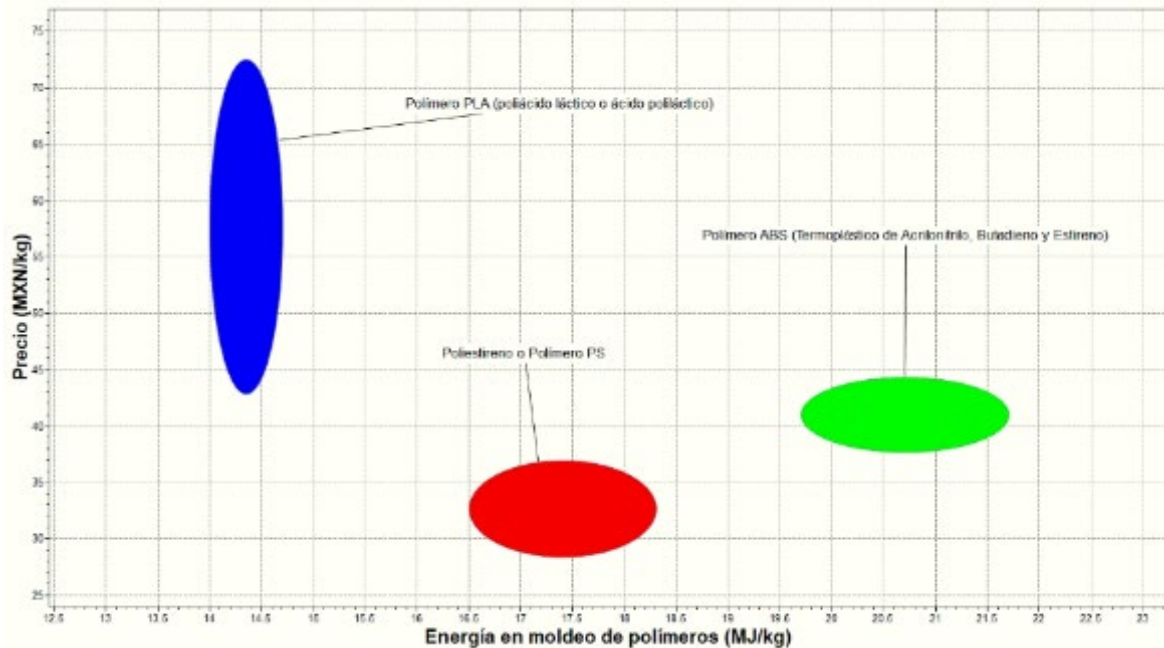


Figura 8. Energía requerida para moldear los polímeros vs el precio por kilogramo.
Tomado de: Granta EduPack (Ansys, 2020)

Finalmente, realizando un análisis general, Noriega Navarro O.M. propuso acertadamente que el PLA podría ser un excelente material alternativo al ABS y al PS, debido a la similitud en sus propiedades y al menor impacto ambiental generado.

Esta elección está en congruencia con la solicitud realizada por la Secretaría de Gobernación (SEGOB, 2019), respecto a la disposición de los residuos electrónicos. Además, de acuerdo con Yoo *et al.* (2006), el PLA se degrada fácilmente debido a su gran capacidad de despolimerización.

CONCLUSIONES

La estrategia establecida ha demostrado gran eficacia al evidenciar que los estudiantes adquieren grandes habilidades de discernimiento al momento de seleccionar materiales. Se concluye que los estudiantes son capaces de trabajar de manera autodidacta con enfoque a resultados cuando se establece un plan de trabajo definido adecuadamente con fechas de entrega, pero, de manera guiada. En la modalidad virtual es posible que los estudiantes adquieran las competencias educacionales siempre que existan las herramientas necesarias como Granta EduPack 2020, la motivación y las ganas de aprender. Es de vital importancia valorar el compromiso que adquieren los estudiantes respecto a disminuir el impacto ambiental buscando materiales amigables con el medio ambiente. Cabe mencionar que, al implementar la propuesta de uso de materiales biodegradables en artículos electrónicos México entraría en un decremento paulatino de residuos plásticos, debido a que estos productos se separan como basura electrónica facilitando la disposición final.

BIBLIOGRAFÍA

Ansys (2020). *Granta EduPack software*. <https://www.grantadesign.com/language-home/education/ces-edupack/>

Ashby, M. F. (2011). *Materials Selection in Mechanical Design* (4th Ed.). Butterworth-Heinemann

Olivera, S., Muralidhara, H.B., Venkatesh K., Gopalakrishna, K. & Vivek, C.S. (2016). Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review. *Journal of materials, Vol. (51)*, pp. 3657–3674. <https://doi.org/10.1007/s10853-015-9668-7>

Secretaría de Gobernación (2019). *Proposición con Punto de Acuerdo por el que se exhorta a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos para que diseñe una estrategia integral para el correcto manejo y reciclaje de los residuos eléctricos y electrónicos, así como una campaña de concientización*. Sistema de Información Legislativa de la Secretaría de Gobernación. http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2019/08/asun_3894609_20190814_1565822730.pdf

Yoo, D.K., Kim, D. & Lee, D.S. (2006). Synthesis of lactide from oligomeric PLA: Effects of temperature, pressure, and catalyst. *Macromolecular Research, vol. 14*, pp. 510–516. <https://doi.org/10.1007/BF03218717>