**Documento base sobre metodología educativa *Lab al hogar: Una metodología educativa para el desarrollo de laboratorios desde casa y su seguimiento en ingeniería en el contexto de la pandemia por COVID-19***

**Práctica desarrollada por: M.Ed. Jonathan Álvarez Ariza**

**Contacto:** [jalvarez@uniminuto.edu](mailto:jalvarez@uniminuto.edu)

**Departamento de Tecnología en electrónica**

**Facultad de Ingeniería**

**Corporación universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO**

**2021**

* *Contexto de la práctica*: La práctica educativa desarrollada surge por la pandemia de COVID-19 y el impacto que esta ha tenido en los ambientes educativos, específicamente en el área de ingeniería en educación superior. En primer lugar, la práctica se alinea con lo que en la literatura mundial se ha denominado enseñanza remota de emergencia o ERT por sus siglas en inglés (C. Hodges et al. 2020). El objetivo inicial de este tipo de enseñanza es no recrear un sistema robusto como el de la educación tradicional sino dar continuidad a los procesos educativos de los estudiantes que se ven interrumpidos por las emergencias y periodos de crisis como el desatado por la pandemia de COVID-19 (C. Hodges et al. 2020; Osman 2020). Así la práctica se circunscribe en este tipo de enseñanza que no debe confundirse con la enseñanza online o en línea.

Ahora bien, cabe indicar que uno de los primeros problemas que ha generado la pandemia a parte de la continuidad en los procesos educativos es la de la rápida migración de las clases presenciales hacia un formato en línea (online). En este aspecto, los currículos de ingeniería estaban diseñados para la educación presencial y no para el entorno de virtualidad que se ha impuesto es estos tiempos. Así pues, las clases debieron ser migradas en muchos casos sin el acompañamiento adecuado hacia un entorno en línea mediante sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) como Moodle, ILIAS, etc. Tras esta rápida migración los problemas en el aprendizaje, la motivación y las diferentes variables socioemocionales saltaron a la vista. Esto ha sido también vislumbrado por la UNESCO en su documento *“COVID-19 and higher education: Today and tomorrow”* de 2020 (UNESCO 2020). También, no todos los elementos curriculares a nivel de ingeniería pudieron migrarse al entorno en línea. Uno de esos elementos son los laboratorios y actividades prácticas que fueron reemplazadas en su mayoría por simuladores. En una pequeña encuesta que realice en el portal Research Gate (), esta parece ser una tendencia a nivel mundial. Asimismo, otro problema que ha surgido es el del seguimiento al proceso educativo de los estudiantes en la virtualidad junto con los problemas éticos relacionados con el plagio y la suplantación.

De este modo se hace necesaria una práctica educativa que aborde los anteriores problemas a nivel de ingeniería y que permita dar continuidad a los laboratorios, la experimentación activa y las actividades prácticas elementos que son centrales en la comprensión y el aprendizaje de las ciencias y la ingeniería (Nersessian 1989). La presente práctica busca que mediante los “kits” enviados a la casa del estudiante y la inclusión de tecnologías algunas de ellas web 2.0 (Godwin-Jones 2003; Grassley and Bartoletti 2009), se puedan desarrollar la experimentación que requieren algunas clases del currículo de ingeniería desde la casa de los estudiantes. La metodología se desarrolló en la facultad de ingeniería de la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO durante el año 2020 y el 2021 primer semestre en los programas de Tecnología en Electrónica e Ingeniería Industrial con *n=60* estudiantes. Para el seguimiento del proceso de aprendizaje de cada estudiante se usaron **blogs y videos** que se debían desarrollar colaborativamente en grupos de máximo tres personas.

* *Objetivo de la práctica*: Diseñar y desarrollar una metodología educativa que permita dar continuidad a los laboratorios y experimentación activa de los estudiantes de ingeniería en los programas de Tecnología en electrónica e Ingeniería Industrial.
* *Materias del currículo en la que se desarrolló la practica*: Debido a la naturaleza de estos programas, especialmente, en las materias relacionadas con electrónica, se escogieron las materias de introducción a la electrónica, instrumentación electrónica y automatización, esta última del programa de ingeniería industrial. En cuanto a la materia de introducción a la electrónica esta se ofrece a estudiantes de primer semestre. La idea con la práctica en esta materia fue que los estudiantes tuvieran un adecuado contacto y comprensión de los conceptos de electrónica a nivel básico, mientras se reducía la deserción producida por la situación de COVID-19. En cuanto a la materia de instrumentación industrial, abarca los conceptos de sensoria y acondicionamiento de señal. Esta materia es ofrecida a estudiantes de quinto semestre. Finalmente, la materia de atomización es ofrecida a estudiantes de entre octavo y novenos semestres. La materia abarca los fundamentos de electrónica, programación y una primera aproximación a dispositivos industriales como sensores, PLCs, entre otros.
* *Fases de diseño e implementación de la practica*: Las actividades para el desarrollo de la propuesta se integraron por medio de fases y se listan a continuación:

1. **Planeación**: en esta fase se seleccionaron en primer lugar, los materiales necesarios para los laboratorios que se iban a realizar y que se enviarían a casa de cada uno de los estudiantes. Con base en estos elementos se planearon las actividades (talleres, laboratorios, parciales, etc.) para cada uno de los cursos. Evidentemente también se partió del marco educativo, en cuanto al diseño de una metodología constructivista y de aprendizaje activo (Huber 2008). En segundo lugar, se establecieron los momentos críticos en la ruta de implementación de la metodología. Por ejemplo, en la metodología, los videos y blogs fueron desarrollados desde segundo corte. Esto se debe a que se quería comparar el rendimiento académico de los estudiantes con el método tradicional (simuladores, quices, taller y parcial) y con la metodología implementada. En tercer lugar, se les explicó a los estudiantes la metodología con sus momentos y las reglas para tener en cuenta en el desarrollo del curso. También, los estudiantes fueron invitados a participar en la metodología, todo ello desde un enfoque constructivista (Moallem et al. 2019), donde los estudiantes y su aprendizaje activo son los pilares fundamentales.

En cuarto lugar, se eligieron las tecnologías que iban a dar soporte al proceso de aprendizaje de los estudiantes. En este punto es útil indicar que es la mediación de las tecnologías, es decir, su uso con una finalidad, en este caso apoyar el proceso de aprendizaje lo que puede ayudar a identificar qué clase de tecnologías se usan y para que se usan en los entornos educativos. Se decidió usar herramientas web 2.0 (blogs y videos) para que los estudiantes plasmaran lo aprendido en clase y para llevar un seguimiento al proceso de aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, se incluyó en los cursos de introducción a la electrónica y automatización en los periodos 2020-I y 2021-I una tecnología de aprendizaje móvil propietaria denominada *EmDroid*. Con esta tecnología los estudiantes pudieron aprender programación y su interacción con dispositivos físicos como sensores, robots, pantallas LCD, entre otras. La información de esta tecnología desarrollada por el programa de tecnología en electrónica de UNIMINUTO se puede encontrar a continuación: <http://www.seconlearning.com/WikiDokuControlDroid/doku.php?id=inicio>

En quinto lugar, se diseñaron de manera inicial los instrumentos (encuestas, guion de entrevista semiestructurada y rúbrica) para la recolección de información y la evaluación de los entregables de los estudiantes y del impacto de la metodología en los cursos. Estos instrumentos fueron refinados continuamente de acuerdo con las características de los cursos y fueron revisados por un experto en educación.

2. **Envío de materiales a casa y modificación de estructura de clases**: en esta fase se enviaron los materiales de laboratorio a cada una de las casas de los estudiantes para lo cual se solicitó el domicilio de estos con su aprobación. Una vez los estudiantes tenían los materiales, las clases fueron transformadas en espacios de debate para la resolución de los problemas propuestos en las actividades planeadas. Similarmente, se hicieron laboratorios en vivo usando la cámara en aplicaciones en Google Meet o Microsoft Teams con los mismos componentes enviados, para que los estudiantes observaran como desarrollar sus prácticas de laboratorio en casa y se motivaran a desarrollarlas. Un ejemplo de kit enviado a casa de los estudiantes es mostrado en la figura 1.



**Figura 1**. Ejemplo de kit enviado a casa de los estudiantes.

3. **Articulación con tecnologías emergentes**: En los cursos de automatización e introducción a la electrónica se comenzó a trabajar con una tecnología propia desarrollada llamada *EmDroid* la cual es una plataforma de móvil (m-learning) para el aprendizaje de programación y computación física (S. Hodges et al. 2020; Papert 1987). Este último concepto aborda la interacción que los diversos algoritmos desarrollados pueden tener con el mundo físico a través de sensores y actuadores. Así los estudiantes pudieron experimentar construyendo sus algoritmos y colocándolos en práctica a través de la plataforma. De manera general, la plataforma cuenta con una aplicación en Android de programación y una tarjeta de desarrollo donde los estudiantes pueden conectar y experimentar con los dispositivos mencionados. En cuanto a las herramientas web 2.0 los estudiantes podían escoger diversas plataformas como Google Blogs, Wix, YouTube, etc., para realizar cada uno de los materiales solicitados.

4. **Evaluación de actividades estudiantes**: Para la evaluación de cada corte, se tomó como referencia los entregables (talleres, laboratorios, parcial) subidos a los blogs y los videos de explicación respectivos que los estudiantes debían hacer. En cuanto a los videos estos debían tener una duración de mínimo 5 minutos en donde los estudiantes mostraban **“cómo”** se resolvieron algunos de los puntos de sus entregables con ayuda de los materiales del kit de laboratorio enviado a la casa. Aquí se hace énfasis especial en el “como” ya que los estudiantes pudieron explicar y describir como se solucionaron diversos problemas propuestos. Los videos se realizaron de manera individual con el objeto de identificar el aprendizaje de cada uno de los estudiantes y fueron subidos a la plataforma YouTube y al blog de trabajo. Adicionalmente, los estudiantes tenían la oportunidad de corregir sus trabajos de acuerdo con la realimentación brindada por el docente. Así los pasos de realimentación y evaluación se complementaron continuamente durante el semestre en cada una de las clases. Este ítem junto con el de realimentación fue uno de los mejores evaluados por los estudiantes en las encuestas realizadas para medir el impacto de la metodología.

5. **Realimentación del proceso aprendizaje**: Los estudiantes recibieron realimentación en función de sus entregables durante los cursos en la metodología individualmente. Esta fase es de suma importancia debido a que los estudiantes pudieron observar sus errores y corregirlos durante el transcurso de las clases lo cual también contribuye a su aprendizaje. La realimentación se brindó desde el primer hasta el tercer corte que componente la estructura regular de un semestre universitario. Asimismo, los estudiantes fueron evaluados en sus blogs y videos y se realizó un seguimiento a estos con el objetivo de identificar si los estudiantes comprendieron y aprendieron los temas abordados en los cursos. Se usaron blogs y videos como estrategia de seguimiento al proceso educativo de los estudiantes, algunos de los cuales se pueden ver en los siguientes enlaces:

<https://sites.google.com/uniminuto.edu.co/automatizacionrc19157/inicio?authuser=1>

<https://sites.google.com/uniminuto.edu.co/automatizacion-jhon-roa/inicio>

<https://sites.google.com/uniminuto.edu.co/automatizacion-umd/inicio>

<https://sites.google.com/uniminuto.edu.co/lorena-ovalle-automatizacion/inicio>

La figura N°2 muestra la síntesis de los momentos descritos en el diseño e implementación de la metodología:

**Figura 2**. Síntesis de las fases de la práctica.

* *Momentos de la práctica en el contexto real de aplicación*:

En todos los cursos la metodología inició desde segundo corte del semestre académico regular compuesto por tres cortes. Esto se realizó con el objetivo de comparar la metodología con el método tradicional en donde se colocaron actividades normales (talleres, quices, parciales) con el uso de simuladores todo bajo la modalidad virtual. Bajo la anterior premisa, los momentos generales de la práctica por cortes se muestran en la figura 3.

**Figura 3.** Momentos de la práctica educativa.

* *Metodología de evaluación de la práctica*: Para evaluar la práctica se tomaron varios elementos para triangular la información e identificar el impacto de la práctica en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. **En primer lugar,** se tomaron las notas del primero corte y las finales en cada curso para compararlas, de allí que el primer corte contará scon el método tradicional virtual sin la aplicación de la metodología. El objetivo de esta comparación era observar el rendimiento académico de los estudiantes. Debido a que la distribución de las notas no fue normal para la mayoría de los casos, se aplicó la prueba no paramétrica de rangos de signo de Wilcoxon. De manera similar se obtuvieron los datos estadísticos descriptivos en términos de media y desviación estándar para observar si las notas estaban en un rango o si había notas atípicas que pudieran indicar dificultades de los estudiantes. **En segundo lugar**, se aplicó una encuesta en escala Likert (4 puntos) con preguntas cerradas y abiertas a cada uno de los cursos. Con la encuesta se obtuvo la percepción de los estudiantes con respecto a la metodología y se pudo comparar esta información con el desempeño académico de los estudiantes para corroborar si había coherencia en los datos. **En tercer lugar**, se aplicó la prueba de Mann-Whitney U para comparar la motivación con la metodología en los cursos. Aquí se usó esta prueba debido a que se hicieron ajustes a la metodología entre su primera versión en 2020 primer semestre hasta su versión actual 2021 primer semestre. En estos ajustes las percepciones de los estudiantes pudieron cambiar debido a que cada versión de la metodología fue ajustada con base a las percepciones de las estudiantes plasmadas en las encuestas aplicadas. **En cuarto lugar**, se realizó una matriz de correlación de Pearson para saber correlaciones entre constructos, por ejemplo, entre la metodología y la motivación de los estudiantes, entre la realimentación del docente y la reducción de ansiedad en las prácticas entre otras. Cabe aclarar que la elección de los métodos de análisis de información es libre y depende de los objetivos y lo que se persiguió en el caso de la práctica presentada. **En quinto lugar**, en la versión actual de la metodología (2021) primer semestre, se realizaron algunas entrevistas semiestructuradas con algunos informantes clave. Las entrevistas fueron transcritas. Los anteriores métodos fueron implementados con la finalidad de medir realmente el impacto de la metodología y triangular las fuentes de información, lo cual es clave en los estudios educativos. No se optó por un cuasiexperimento en virtud de que se necesitaría un grupo de control y otro experimental lo cual privaría a algunos grupos de estudiantes de participar en la metodología lo cual no es una opción dado el contexto de crisis por COVID-19.
* *Resultados obtenidos en la práctica*:

1. La comparación entre grupos indica un mejoramiento del rendimiento académico de todos los estudiantes en las clases. Por ejemplo, en la clase de introducción a la electrónica el promedio de clase mejoró de 3.9 en primer corte a 4.4 en el corte final. Similarmente en los cursos de instrumentación industrial de 3.6 a 4 e instrumentación de 4.4 a 4.6.

2. La motivación en os grupos se incrementó con la metodología de acuerdo con los indicado en las encuestas de percepción aplicadas.

3. Con la metodología un constructo que mejoró fue el de autoeficacia (Bandura et al. 1999) la cual se refiere a la creencia en que las habilidades y competencias propias desarrolladas son adecuadas para la resolución de diversas problemáticas presentadas.

4. De acuerdo con las encuestas, la realimentación brindada por el docente permitió la reducción de la ansiedad en los cursos respecto de las actividades, exámenes, talleres, entre otros.

5. Los blogs y videos obtuvieron notas promedio que oscilaban entre 4.2 y 4.6 para cada una de las categorías de la rúbrica de evaluación diseñada para evaluar estos entregables, lo cual demuestra que los estudiantes estuvieron motivados hacia el aprendizaje y continuamente mejoraron sus blogs y videos.

6. El 54% de los estudiantes manifestaron que uno de los aspectos más interesantes con la metodología fue la experimentación y el desarrollo de laboratorios, seguido del refuerzo de las temáticas aprendidas a través de los blogs y videos.

7. En cuanto a los estudiantes que usaron la plataforma EmDroid, indicaron que les ayudó a comprender mejor las temáticas de electrónica y programación.

8. EL 100% de los estudiantes aprobaron los cursos.

9. Mejoramiento de las habilidades en el manejo de TIC especialmente herramientas Web2.0 como refuerzo al proceso de aprendizaje de los estudiantes.

* *Conclusiones iniciales y prospectiva*: La metodología descrita indica que es posible dar continuidad a los procesos educativos de los estudiantes en ingeniería respecto a la experimentación activa y a los laboratorios. La práctica ha sido diseñada en las fases indicadas tomando como base referentes conceptuales y prácticos. Asimismo, se eligieron varios instrumentos para la recolección de información para analizar posteriormente los impactos de la práctica. En este sentido, las fuentes de información fueron trianguladas para corroborar en impacto de la metodología. Es importante mencionar que el proceso de realimentación es clave como apoyo a los estudiantes a nivel académico, pero también a nivel socioemocional dadas las condiciones actuales por el contexto del COVID-19.

**Apéndice**

Toda la información en cuanto a instrumentos aplicados (rúbrica, encuestas, guion de entrevista), documento base de la propuesta, articulo en modo *preprint* sobre los constructos que dieron origen a la metodología y sus resultados pueden ser encontrados en el siguiente enlace:

<https://github.com/Uniminutoarduino/buenaspracticas-docentes>

**Referencias**

Bandura, A., Freeman, W. H., & Lightsey, R. (1999). Self-efficacy: The exercise of control. Springer.

Godwin-Jones, R. (2003). Blogs and wikis: Environments for online collaboration. *Language learning & technology*, *7*(2), 12–16.

Grassley, J. S., & Bartoletti, R. (2009). Wikis and blogs: Tools for online interaction. *Nurse educator*, *34*(5), 209–213.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, *27*.

Hodges, S., Sentance, S., Finney, J., & Ball, T. (2020). Physical computing: A key element of modern computer science education. *Computer*, *53*(4), 20–30.

Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching. *Tiempos de cambio universitario en*, *59*.

Moallem, M., Hung, W., & Dabbagh, N. (2019). *The Wiley handbook of problem-based learning*. Wiley Online Library.

Nersessian, N. J. (1989). Conceptual change in science and in science education. *Synthese*, *80*(1), 163–183.

Osman, M. E. (2020). Global impact of COVID-19 on education systems: the emergency remote teaching at Sultan Qaboos University. *Journal of Education for Teaching*, 1–9.

Papert, S. (1987). Computer Criticism vs. Technocentric Thinking. *Educational Researcher*, *16*(1), 22. https://doi.org/10.2307/1174251

UNESCO. (2020). COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. *UNESCO International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean (IESALC)*, 1–46.