

Pizarra digital de bajo costo basado en Wiimote y su satisfacción por el Usuario

Ecler Mamani Vilca¹, Manuel J. Ibarra Cabrera², John F. Caverio León, Hilda Rodríguez Alvarez³
eclervirtual@gmail.com¹, manuelibarra@gmail.com², jfcavero53@gmail.com³
hirozzvirtual@gmail.com⁴

Escuela Académico Profesional de Ing. Informática y Sistemas
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú

Abstract— Modern research shows that the interactive whiteboard is an educational tool for teachers and students, however the high cost have not been acquired in educational institutions. This article shows how to perform a whiteboard with low cost using the Nintendo Wii Remote (idea of Johnny Lee) and infrared light pencil. So it was also determined that the level of satisfaction of using PDI by users is "satisfactory", this test was performed in Abancay, Perú.

Palabras Claves— PDI, Wiimote, Lápiz IR, Innovación

I. NOMENCLATURA

IR : Infra Rojo

PDI : Pizarra Digital Interactiva

II. INTRODUCCION

A lo largo de los últimos años la educación en el mundo se ha ido innovando y cambiando entre diferentes tecnologías. La revolución tecnológica iniciada en las últimas décadas del siglo XX representa un reto y una oportunidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje [3]. En la actualidad las Pizarras Digitales Interactivas (PDI), se están implementando en muchos países con la innovación de las escuelas 2.0, esto obliga a muchos países que se incrementa cada año el número de adquisiciones de PDI [4].

Existen muchas investigaciones sobre las PDI registrando como buen recurso para usarse en la práctica pedagógica. Se destaca ventajas sobre el uso de la PDI para el profesorado y para el alumnado. Se tienen Tres centros de investigación: la agencia gubernamental del Reino Unido BECTA, la agencia gubernamental de NCEF de Estados Unidos y la empresa canadiense SMART, España la investigación Iberian Research Project investigaciones del grupo de investigación DIM (Marquès & Domingo) [5].

En el reporte de PROCLADE Fundación se tiene de sólo una de cada tres personas en el mundo tienen acceso a internet, en Europa y EEUU hay 748 millones de usuarios de Internet, mientras que en el continente africano solo 118 millones. El 78,3% de la población de EEUU tienen acceso cotidiano a internet mientras que en África solamente lo tiene el 11,4%. [6]. La Brecha Digital o Tecnológica es la separación que existe entre los que utilizan las TIC de forma habitual y los que no tienen acceso a la misma. En este sentido, la adquisición de las PDI es limitado en países con características de

separación de la Brecha digital.

El mercado ofrece diferentes modelos de PDI, con múltiples funcionalidades y costos, según sea del tipo resistiva, electromagnética, de ultrasonidos o infrarroja. La dificultad de adquirir en muchas instituciones es el costo, por tal sentido se han encontrado investigaciones que se pueden construir PDI de bajo costo, D. Almaza [7] innova el PDI en base a una webcam con sensor CCD capturando el puntero del mouse con un objeto con fieltro (tela) rojo. Johnny Lee [8] realiza experimentos creando pantalla táctil controlado por luz Infrarroja (IR) en base a un Wiimote (mando de consola de video juegos nintendo Wii), este último es base para nuestro tema de investigación. La finalidad principal de la investigación es construir una pizarra digital, describiendo los pasos y componentes que fueron utilizados para su implementación también el costo de construcción y determinar el nivel de satisfacción del usuario.

III. CONSTRUCCIÓN DEL PDI Y SUS COMPONENTES

A. Diseño y construcción del lápiz IR

Un lápiz IR es un puntero con un led infrarrojo, en resumen lo que crearemos es crear un lápiz que emitirá luz IR para que pueda ser reconocida por el Wiimote. A continuación se muestra el circuito para la construcción del Lápiz IR.

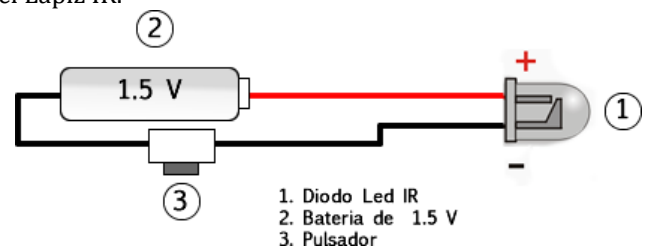


Figura 1. Esquema del circuito de Lápiz IR.

La figura 1, muestra un esquema del puntero IR, de él depende su facilidad de uso en la PDI, a continuación detallamos los materiales para su elaboración.

Tabla 1. Materiales para la elaboración de Lápiz IR

Nombre	Costo
Led emisor IR TSAL6400	\$ 2
Pulsador	\$ 2
Bateria Alcalina AA 1.5 V	\$ 1
Marcador	\$ 1

El diodo led emisor infrarrojo recomendado después de distintas pruebas es el TSAL6400 High Power Infrared Emitting Diode, 940 nm, GaAlAs, MQW es muy recomendado por la intensidad del ángulo $\phi = \pm 25^\circ$ [9] permitiendo que sea el puntero más preciso a distancia de 2 a 3 metros.

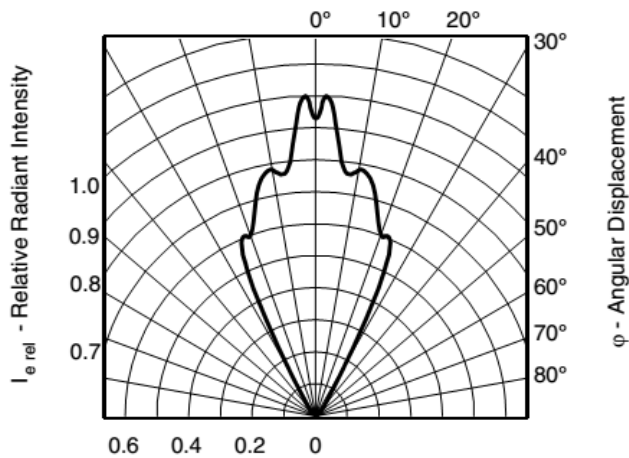


Figura 2. Relative Radiant Intensity Vs. Angular Displacement.

El primer paso es tener un marcador de preferencia de material plástico Figura 3.

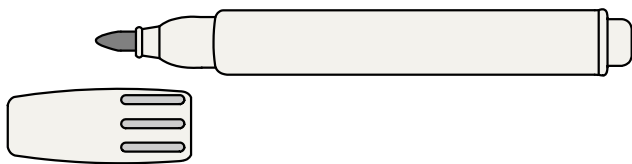


Figura 3. Marcador de plástico

Seguidamente retiramos con una pinza la punta, el contenido interior Figura 4 dejando limpio el interior del marcador.

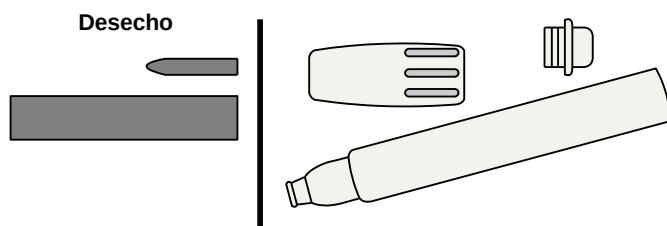


Figura 4. Retirando la punta y su esponja de tinta.

A continuación realizamos un corte para insertar el pulsador calculando una distancia 1.5 cm aproximadamente Figura 5. Y el agujero del tamaño del pulsador.

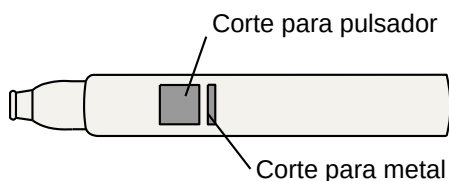


Figura 5. Corte para incrustar el pulsador y metal de contacto para la batería.

Seguidamente según la Figura 1 realizamos las conexiones con soldadura de estaño, Figura 6.

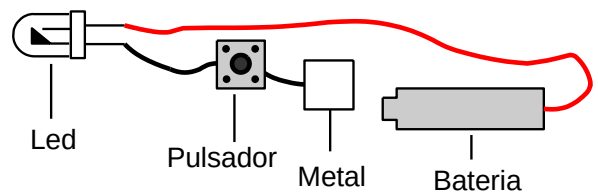


Figura 6. Conexiones del puntero IR.

Con mucha paciencia armamos el circuito, primero ubicamos el Led en la separación para después introducir en el tubo del marcador con una pinza Figura 7.

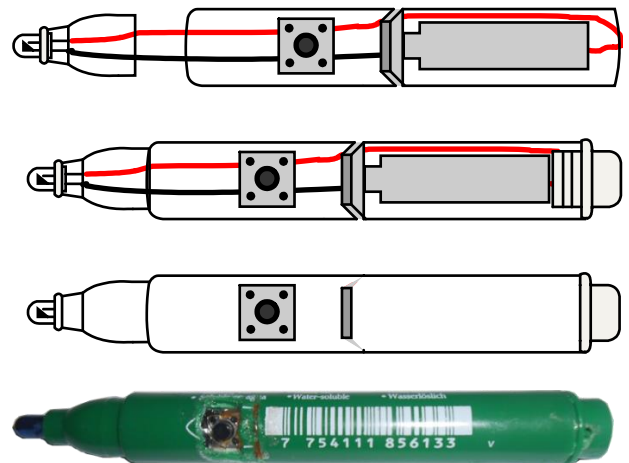


Figura 7. Ensamblado del lápiz IR.

El ojo humano sólo es sensible a una estrecha banda de todo el espectro electromagnético visible, lo que vemos y lo que no vemos, la luz infrarroja está debajo del rango visible, observar si el puntero emite la luz IR se usa un celular con cámara o cualquier accesorio que tenga cámara, al presionar el pulsador se observará la luz.

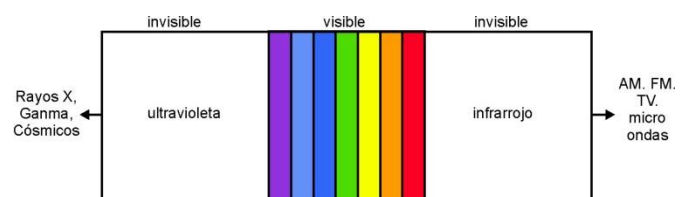


Figura 8. Espectro de Luz visible al ojo humano [10].

B. Implementación del PDI,

Los elementos de una PDI observamos en la figura 9:

- Pantalla, de acuerdo a los tipos de PDI muchos de ellos pueden usar una pantalla de gran tamaño o salida a televisores con tecnología LCD o LED o Proyector.
- Superficie el espacio en el cual se proyecta la información, para la proyección generalmente se utiliza un ecran o alguna superficie similar a ella en donde no se produzcan reflejos.
- Puntero, dependiendo de tipo de pizarra, son necesarios los accesorios, en muchos casos se

usan lápices electrónicos que tienen la misma funcionalidad que el mouse de la Pc, lápices infra rojos.

- Conexiones sin cables (Bluetooth) o conexiones basadas en tecnologías de identificación por radiofrecuencia.



Figura 9. PDI y sus elementos

Para la implementación de PDI necesitamos:

Tabla 2. Materiales para la implementación del PDI

Nombre	Costo Aprox
Mando Wii original	\$ 40
Bluetooth	\$ 4
Trípode	\$ 10

La tabla 2 muestra los materiales, a esto debemos asumir que contamos con una PC o Laptop, una TV o proyector, estos elementos ya se cuentan en muchas instituciones.

La distribución de los elementos del PDI son muy importantes pues esto tiene una relación directa con la calibración del software de control ver Figura 10 y 11.

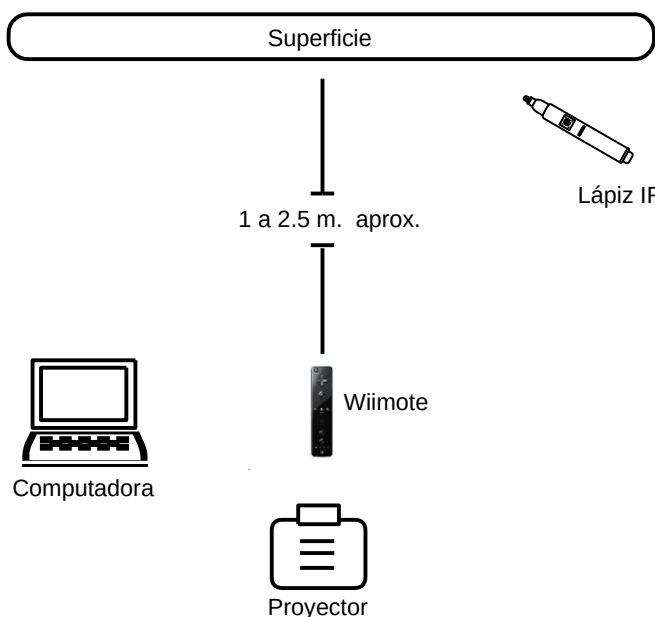


Figura 10. Distribución de los elementos PDI con proyector.

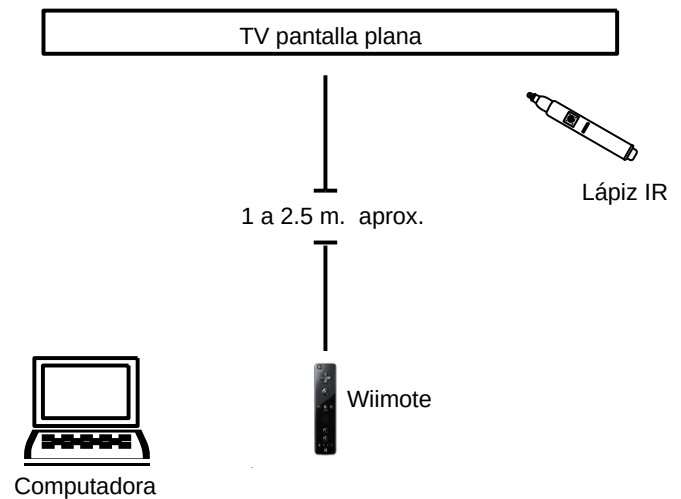


Figura 11. Distribución de los elementos PDI con TV.

Es recomendable usar televisores superiores a 40 pulgadas y con puertos de VGA o HDMI, esto para sean conectados a la computadora. Así mismo la distancia del Wiimote debe ser aproximadamente entre 1 y 2.5 metros de la superficie o TV, cabe resaltar que también el Wiimote puede ir en una esquina aproximadamente en 45° en función a la superficie.

C. Detección y conexión del mando Wiimote

Lo primero es instalaremos el programa de conexión de bluetooth (Toshiba Bluetooth Stack), existen varios programas para realizar el emparejamiento tanto para Windows y Linux o como también se puede usar del sistema operativo, previo a esto conectamos al puerto USB o habilitamos el bluetooth en la computadora (algunas vienen incluidas). Seguidamente abrimos el programa de control de Bluetooth presionamos los botones 1 y 2 del Wiimote simultáneamente hasta establecer la conexión "Nintendo RVL-CNT-01" ver figura 12.



Figura 12. Conexión establecida de Wiimote

D. Calibración de la pantalla

Descargar y ejecutar el programa para Windows Wiimote Whiteboard v0.3 y para Linux Ubuntu Python whiteboard, presionamos el botón A del mando y seguidamente se muestra una pantalla con los puntos en cada esquina, con el lápiz IR presionamos el pulsador sobre el centro del círculo tocando la pantalla hasta que este se cierre automáticamente ver figura 13.

IV. RESULTADOS

Sobre el costo de construcción de la PDI es aproximadamente \$90 dólares americanos según la tabla 3.

Tabla 3. Costo de elaboración PDI

Nombre	Costo Aprox
Mando Wii original	\$ 40
Bluetooth	\$ 3
Trípode	\$ 10
Led emisor IR TSAL6400	\$ 2
Pulsador	\$ 2
Bateria Alcalina AA 1.5 V	\$ 1
Marcador	\$ 1
Otros (cable, estaño, etc)	\$ 10
Herramientas	\$ 20
Total	\$ 90

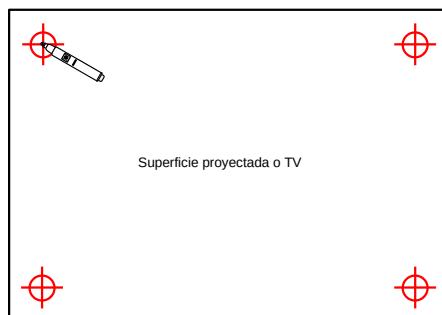


Figura 13. Calibración del PDI

Las pruebas de calibración realizadas mediante la monitorización de los 4 puntos fueron trazados con WiimoteWBHelper, los errores comunes son el ángulo de inclinación, la distancia y la posición del Wiimote ver figura 14, la calibración óptima se muestra en la Fig. 15.

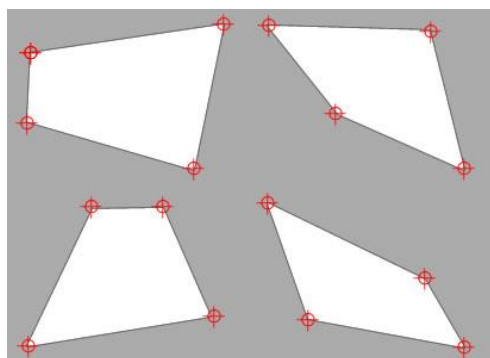


Figura 14. Errores de calibración

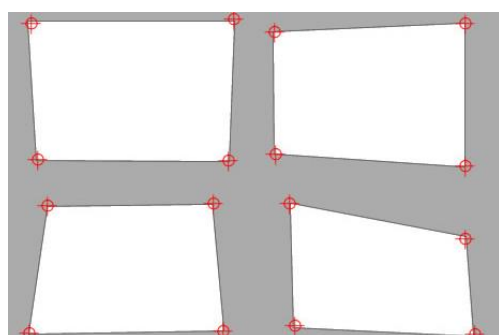


Figura 15. Calibración óptima

E. Comprobación

Es hora de comprobar el funcionamiento del PDI pero antes debemos tener en cuenta algunas consideraciones; no tapar con el led del puntero con la mano así mismo el Wiimote.



Figura 16. PDI en funcionamiento

Comparación de la PDI

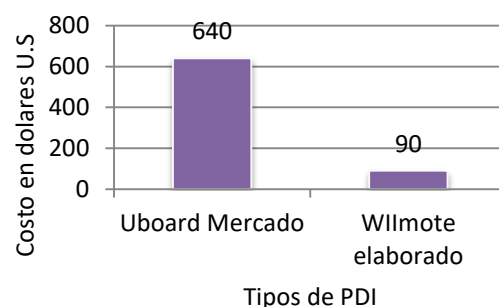


Figura 17. Comparación de precios de PDI de mercado y elaborado con Wiimote.

Se aprecia en la figura 17 un costo muy bajo a comparación de una Uboard que tiene las mismas características que el PDI Wiimote, cabe resaltar que las PDI de mercado incluyen su software de control y algunos utilitarios, que también se puede adecuar para la PDI Wiimote, pues existe un gran cantidad de aplicaciones gratuitas para descargar en internet.

Los resultados de la satisfacción de los usuarios se realizaron mediante las siguientes etapas:

- Etapas I.* Se instaló la PDI en un salón de clases mostrando un juego basado en método Drag Drop (arrastrar y soltar).
- Etapas II.* Se observó a la muestra de 25 alumnos se la satisfacción (Alta, mediana, baja).
- Etapas III.* Al igual que los alumnos se realizó el mismo tratamiento a 11 docentes de la Universidad.
- Etapas IV.* Al ser la investigación pre experimental por tener un control mínimo de las variables se procede al procesamiento de la información teniendo los siguientes resultados:

Nivel de satisfac.		Usuarios				Total
		Docentes		Estudiantes		
1.	Complacencia	3	2,75 8,3%	6	6,25 16,7%	9
2.	Satisfacción	7	7,028 19,4%	16	15,97 44,4%	23
3.	Insatisfacción	1	1,222 2,8%	3	2,778 8,3%	4
	Total	11		25		36

Tabla 4. Tabla de contingencia

Podemos observar que los usuarios docentes y estudiantes se encuentran en el nivel satisfechos. Así mismo mediante la prueba de Ji cuadrado se llega a concluir la hipótesis:

El nivel de satisfacción de los usuarios es "Satisfecho" respecto al uso de la PDI basado en Wiimote.

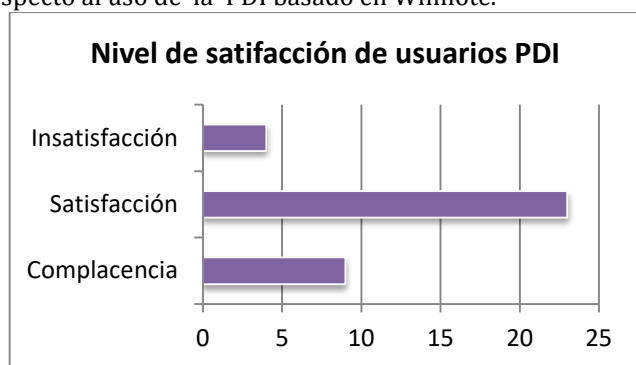


Figura 18. Nivel de satisfacción de usuario PDI.

V. CONCLUSIONES

Se construyó el puntero IR y a su vez el PDI, esta es una herramienta para ser implantado en las Aulas 2.0 el costo es de aproximadamente 90 dólares americanos lo que hace accesible a esta tecnología y así aportar recortando la brecha digital y el nivel de satisfacción determinado por los usuarios es "satisfecho".

Como recomendaciones técnicas usar mando Wiimote original y el diodo Led emisor TSAL6400 que fueron factores fundamentales para el buen funcionamiento de la PDI.

VI. TRABAJO A FUTURO

Para dar soporte al PDI es recomendable la elaboración de Software tanto de control como de aplicación y del PDI, así mismo salió al mercado Google Broadcast tienen componentes similares al Wiimote, esto significa que también podría ser usado para construir una PDI de bajo costo.

VII. REFERENCIAS

- [1] D. E. T. Romero, J. E. R. Borges and G. J. Dolecek, "Low-complexity wideband linear-phase FIR filters - Part I: Efficient Design Method," submitted to CONCAPAN 2010.
- [2] A. P. Vinod, E. Lai, D. L. Maskell and P. K. Meher, "An improved common subexpression elimination method for reducing logic

operators in FIR filter implementations without increasing logic depth," Integration, The VLSI Journal, vol. 43, No. 1, pp. 124 - 135, Jan. 2010.

- [3] R. Mahesh and A. P. Vinod, "Reconfigurable Frequency Response Masking Filters for Software Radio Channelization," Trans. Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 55, No. 3, pp. 274-278, March 2008.
- [4] S. García Cabezas, "Pizarras Digitales y su Situación en España," Lecturer, CSEU La Salle - Madrid, Spain, mayo. 2011. [Online] <http://www.ticyeducacion.com/2011/05/pizarras-digitales-y-su-situacion-en.html>
- [5] M. Domingo y P. Marquès "Aulas 2.0 y uso de las TIC en la Práctica Docente" Comunicar, nº 37, v. XIX, 2011, Revista Científica de Educomunicación; ISSN: 1134-3478; pp. 169-175. enero 2011.
- [6] PROCLADE Fundación, "Nos Unen, Pero Nos Separan - Cerrando la brecha tecnológica" documento base, pp. 7 - 9, 2012-2013.
- [7] D. Almanza Tejada "Pizarras Digitales de Bajo Coste," Palencia Dic. 2006.
- [8] J. Lee "Low-Cost Multi-point Interactive Whiteboards Using the Wiimote", [Online] <http://johnnylee.net/projects/wii/>
- [9] Vishay Semiconductors - Tsal6400 [Online] <http://www.vishay.com/docs/81011/tsal6400.pdf>
- [10] José E. García y F. Martínez, "El láser ¿motivación o realidad para el estudio de Física por los estudiantes de las Ciencias para la Salud?", Revista Cubana de Investigación Biomédica v.25 n.1 Ciudad de la Habana ene.-mar. 2006.

VIII. BIOGRAFIAS



M.Sc. Ing. Ecler Mamani Vilca, Graduado en la Universidad Nacional del Altiplano 2002 Ingeniero Esta. e Informático 2001- Maestro en Educación 2008 - Perú, experiencia en desarrollo de aplicaciones multimedia, innovador tecnológico e investigador en informática, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú en la Escuela Profesional de Ing. Informática y Sistemas. Miembro activo del Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación - UNAP, Perú.



M.Sc. Ing. Manuel Jesús Ibarra Cabrera, Graduado como Ing. Informático y Sistemas 1999 en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco Graduado como Maestro en ciencias de la Computación en la Universidad de Chile 2011, desarrollador de aplicaciones móviles e innovador tecnológico, actualmente es docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú en la Escuela Profesional de Ing. Informática y Sistemas.



Ing. John Fredy Caverio León, Graduado como Ing. Electrónico 2007 en la Universidad Nacional del Callao, experiencia en el campo de las Telecomunicaciones y Networking, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú en la Escuela Profesional de Ing. Informática y Sistemas. Miembro activo del Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE.



Ing. Hilda Rodríguez Álvarez, Graduada en la Universidad Nacional del Altiplano 2002 Ingeniero Estadístico e Informático, experiencia en uso de TIC en la educación y Software libre aplicados a la educación, miembro activo del Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación - UNAP, Perú