

FEDERICO VILLARREAL: DE CARAL A MACHUPICCHU

 *Fredy Salinas Meléndez*



**Reloj Petreo de Caral
(Intyqawana)**



**Reloj Solar de Machu Picchu
(Intyqawana)**



**Estela de Raimondi
Cultura Chavin**

RESUMEN

FREDY SALINAS MELÉNDEZ¹

La investigación explora las raíces históricas de Caral, los logros científicos de Machu Picchu y el legado de Federico Villarreal en la cultura andina. Caral, una de las civilizaciones más antiguas de América, desarrolló hace más de 5.000 años una compleja organización social y conocimientos en astronomía y arquitectura. Este legado influyó en civilizaciones posteriores como Chavín, Moche, Nazca y Pachacámac, destacadas por sus avances en tecnología hidráulica, metalurgia y medicina natural.

Durante el período inca, las formas de trabajo colectivo —mita, minca y ayni— reflejaban la organización social y la reciprocidad andina. La mita era un trabajo obligatorio para proyectos estatales, la minca un esfuerzo voluntario para el beneficio comunitario, y el ayni un sistema de ayuda mutua entre miembros de un ayllu .

Estos sistemas fomentaron la cooperación, permitiendo avances en ingeniería, agricultura en terrazas y administración con quipus . Hallazgos en Túcume, Sipán y Sicán destacan la continuidad del conocimiento andino en arquitectura, orfebrería y metalurgia, integrando lo ceremonial y lo utilitario. Este legado intelectual y cultural tuvo continuidad siglos después en los logros científicos de Federico Villarreal.

Palabras Clave: Caral, Chavin, Túcume, Machu Picchu, Villarreal, Ciencia y Tecnología Andina.

ABSTRACT

The research explores the historical roots of Caral, the scientific achievements of Machu Picchu and the legacy of Federico Villarreal in Andean culture. Caral, one of the oldest civilizations in America, developed more than 5,000 years ago a complex social organization and knowledge in astronomy and architecture. This legacy influenced later civilizations such as Chavín, Moche, Nazca and Pachacámac, noted for their advances in hydraulic technology, metallurgy and natural medicine.

During the Inca period, the forms of collective work—mita, minca, and ayni—reflected Andean social organization and reciprocity. The mita was obligatory work for state projects, the minca a voluntary effort for community benefit, and the ayni a system of mutual aid between members of an ayllu.

These systems fostered cooperation, allowing advances in engineering, terraced agriculture, and administration with quipus. Finds in Túcume, Sipán and Sicán highlight the continuity of Andean knowledge in architecture, goldsmithing and metallurgy, integrating the ceremonial and the utilitarian. This intellectual and cultural legacy was continued centuries later in the scientific achievements of Federico Villarreal.

Keywords: Caral, Chavin, Túcume, Machu Picchu, Villarreal, Andean Science and Technology.

Profesor Principal.
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.
Universidad Nacional Federico Villarreal

E-mail: Fsalinas@unfv.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de milenios, el territorio peruano ha sido cuna de civilizaciones que no solo construyeron sociedades complejas, sino que también desarrollaron conocimientos científicos y técnicos, como la cultura Caral, considerada una de las más antiguas del mundo y la más antigua de América. Estos avances se plasmaron en centros ceremoniales como Túcume, vinculados a figuras como el Señor de Sipán y la cultura Sicán. Por su parte, Machu Picchu se erige como una obra maestra de arte, arquitectura, urbanismo e ingeniería de la civilización inca. Estas culturas lograron hazañas arquitectónicas que aún desafían a la ciencia moderna, empleando herramientas avanzadas como sistemas de medición, alineaciones astronómicas precisas, técnicas de ingeniería sismorresistente y métodos de ingeniería hidráulica, que les permitieron construir en terrenos accidentados y de alta actividad sísmica.

La región de Túcume, tierra natal del eminente científico y matemático Federico Villarreal, es un sitio de gran importancia arqueológica. En las últimas décadas, las investigaciones del Dr. Walter Alva en el Valle de las Pirámides de Túcume han sacado a la luz valiosos descubrimientos que han permitido comprender mejor el desarrollo cultural y científico de las civilizaciones andinas. Entre sus hallazgos más significativos se encuentran las tumbas reales del **Señor de Sipán**, descubiertas en 1987, que no solo han sido aclamadas por su riqueza y complejidad, sino que han recorrido los cinco continentes, destacando la importancia de la cultura Moche y su sofisticación en el arte funerario. Estos hallazgos han contribuido a un renovado interés en la historia precolombina, llevando a la cultura peruana a la palestra internacional. Los estudios realizados en Túcume y Sipán confirman la continuidad y sofisticación del conocimiento andino a lo largo de los siglos, reafirmando el vínculo entre la ciencia y la cultura que Villarreal ejemplificaría siglos después.

En 1911, el explorador Hiram Bingham redescubrió Machu Picchu, revelando al mundo la grandeza de la civilización inca y promoviendo la puesta en valor de este sitio icónico. Investigadores como Fredy Salinas han llevado a cabo estudios exhaustivos sobre las sofisticadas herramientas científicas empleadas en su construcción, las cuales incluyen:

Intisaywana : Antenas de retransmisión andina, utilizadas para facilitar la comunicación simultánea a larga distancia.

Allpapampachana : Un teodolito andino que permitió medir ángulos y distancias con gran precisión.

Qespeqawana : Un telescopio andino, empleado para observar fenómenos astronómicos y realizar alineaciones con el sol y las estrellas.

Yakuapana : Un nivel andino que ayudaba a asegurar la horizontalidad en las construcciones y la correcta inclinación en canales de riego. Gracias a este instrumento, los ingenieros andinos lograron un flujo eficiente del agua en terrenos irregulares, lo que fue clave para sistemas hidráulicos

Yaku Tarina : Detector de agua freática, esencial para la gestión del recurso hídrico en la agricultura.

Intiqawana : Reloj solar que servía para medir el tiempo y las estaciones.

Quipu y Yupana: Herramientas de contabilidad utilizadas para registrar información y administrar recursos.

Entre las herramientas de cálculo y contabilidad, destaca la yupana, un dispositivo que funcionaba como un ábaco andino. Esta ingeniosa estructura, formada por una serie de compartimentos y hoyos, permitía a los antiguos incas realizar operaciones matemáticas complejas, como sumas y restas, y gestionar los recursos de manera eficiente. La yupana complementaba al quipu, ya que mientras el quipu se utilizaba para el registro de datos, la yupana facilitaba el cálculo y la manipulación de números, evidenciando así la avanzada comprensión matemática de las civilizaciones andinas.

Con estas innovadoras herramientas permitieron a los antiguos habitantes construir sus complejos arquitectónicos y adaptarse a las diversas condiciones ambientales de la región andina, subrayando el ingenio y la sabiduría de las civilizaciones precolombinas.

Federico Villarreal no solo fue un destacado científico y matemático, sino también un ferviente defensor de la educación. Se preocupó por el bienestar de los niños y promovió la Ley N.º 162 de educación gratuita en Perú, el año 1899 asegurando el acceso a la educación para todos. Su legado se extiende a más de 558 publicaciones, que incluyen libros, tesis y cuentos, recopilados en una obra de Fredy Salinas. Estas contribuciones han dejado una huella indeleble en el desarrollo académico del país, reflejando su compromiso con la formación de nuevas generaciones.

Este recorrido histórico encuentra una continuidad en la obra de Villarreal, quien, gracias a sus aportes científicos y su pasión por la educación, inspiró la creación de la Universidad Nacional Federico Villarreal, un espacio de formación que sigue promoviendo la ciencia y la tecnología en el Perú. A continuación, se exploran estos hitos, desde los antiguos centros ceremoniales y sus técnicas avanzadas hasta el trabajo de Villarreal, revelando cómo el pensamiento andino ha evolucionado y cómo este patrimonio sigue inspirando el avance científico actual.

II. ANTECEDENTES

Federico Villarreal, más allá de su destacado papel como matemático e ingeniero, desempeñó una labor fundamental en la modernización educativa y científica del Perú. Su visión de la educación, particularmente en lo que respecta a la educación gratuita, fue un reflejo de su profundo compromiso con el desarrollo del país y su creencia en el poder transformador del conocimiento. Como educador, su influencia se extendió más allá de las fronteras del Perú, proyectándose en una concepción integral de la ciencia que no solo buscaba avanzar en áreas como las matemáticas y la ingeniería, sino también en la formación de una ciudadanía crítica y capacitada para enfrentar los desafíos de la modernidad.

La participación de Villarreal en la Batalla de Chorrillos, aunque menos conocida, es crucial para entender su evolución personal y profesional. Su servicio militar refleja un fuerte patriotismo, que más tarde se tradujo en un compromiso con la ciencia y la educación en el Perú. Esta experiencia le permitió comprender mejor las necesidades del país en tiempos de paz, guiándolo en su labor como educador y científico, así como en sus esfuerzos por promover la educación gratuita.

Jorge Basadre resalta a Federico Villarreal como un destacado matemático e ingeniero peruano que jugó un papel fundamental en la modernización educativa y política del Perú. Villarreal es ampliamente reconocido por sus iniciativas para mejorar el sistema educativo y científico del país, así como por su influencia en el ámbito político, contribuyendo a la formación de una sociedad más educada y capacitada. Su legado sigue vigente en la promoción de la educación y el avance de la ciencia en el Perú.

Watanabe presenta a Villarreal como una figura clave en la historia peruana, cuya dedicación y visión han dejado una huella significativa en el desarrollo educativo y científico del país.

Fredy Salinas describe a Federico Villarreal como un destacado matemático e ingeniero peruano, reconocido por sus importantes contribuciones a la ciencia y la educación en el Perú. Salinas también menciona la "Matriz de Villarreal", una herramienta matemática significativa en su campo. Aunque Villarreal y Bill Gates trabajaron en contextos distintos, ambos dejaron un impacto duradero en sus disciplinas: Villarreal en las matemáticas y la educación, y Gates en la tecnología y el software.

En su obra *Cosmogonía andina*, Fredy Salinas Meléndez explora cómo las culturas andinas atribuyen el origen del universo a deidades como Viracocha. Resalta la dualidad como un principio esencial, donde fuerzas opuestas garantizan el equilibrio cósmico. Examina también el papel de Pachamama (Madre Tierra) y Pachacamac (Señor del Mundo) como mediadores en la conexión espiritual entre los pueblos andinos y la naturaleza. La cosmogonía andina es cíclica, reflejando procesos de creación y renovación, y subraya una relación sagrada y respetuosa entre los seres humanos y su entorno natural. Salinas ofrece una visión profunda sobre cómo estas creencias estructuran la comprensión del universo en las culturas indígenas de los Andes, destacando la interconexión entre divinidad, naturaleza y ciclos cósmicos.

Por otro lado, las líneas y geoglifos de Nazca, creados entre 200 a.C. y 700 d.C., son enormes figuras geométricas y representaciones estilizadas de animales trazadas en el desierto de Nazca, Perú. Aunque su propósito exacto sigue siendo un misterio, se teoriza que pudieron tener significados astronómicos, rituales o religiosos, lo que refuerza su importancia como legado cultural y espiritual.

El observatorio astronómico de Sacsayhuamán, cerca de Cusco, construido en el siglo XV, utilizaba alineaciones de piedras para observar movimientos solares y celestes, permitiendo predecir solsticios y equinoccios esenciales para la agricultura y ceremonias.

Ollantaytambo, en el Valle Sagrado de los Incas, fue un importante centro administrativo, militar y religioso del siglo XV. Destaca por sus terrazas agrícolas, construcciones de piedra y avanzado sistema de irrigación.

Machu Picchu, también del siglo XV, es un ejemplo notable de ingeniería y arquitectura inca. Estos sitios demuestran la avanzada comprensión de astronomía, ingeniería y urbanismo de las culturas andinas, reflejando su capacidad para armonizar con su entorno natural y sus necesidades prácticas.

En "Guía Digital Etnocientífica Andina", Fredy Salinas Meléndez explora cómo el conocimiento indígena andino se integra con la ciencia moderna, destacando la influencia de la cosmogonía andina en prácticas científicas

tradicionales y su relevancia para la sostenibilidad y el desarrollo comunitario. La obra detalla siete herramientas clave de la ingeniería andina, esenciales para la construcción y gestión de centros arqueológicos y astronómicos:

- **Inty Saywana:** Para la comunicación simultánea mediante espejos.
- **Inty Qawana:** Para leer las fechas.
- **Qespe Qawana:** Para observar las constelaciones.
- **Yaku Apana:** Para nivelar estructuras.
- **Allpa Pampachana:** Para levantar planos de construcción.
- **Yaku Tarina:** Para encontrar agua freática. hídricos.
- **Kipu:** Sistema nemotécnico basado en nudos para documentación administrativa y social.

III. OBJETIVO

El legado científico de Federico Villarreal en el contexto histórico del desarrollo tecnológico

Investigar las contribuciones científicas y técnicas de las civilizaciones precolombinas en Perú, centrándose en sus logros arquitectónicos.

Analizar el legado de Federico Villarreal en la educación y la ciencia en Perú.

Examinar los hallazgos arqueológicos en Túcume y Sipán y su impacto cultural y económico.

Explorar las herramientas científicas de Machu Picchu y su relevancia.

Investigar el efecto de la ley de educación gratuita promovida por Villarreal.

Promover un espacio académico para la investigación interdisciplinaria sobre historia, ciencia y educación.

Divulgar hallazgos arqueológicos y científicos en foros académicos y comunitarios.

Crear materiales educativos que integren la historia de las civilizaciones precolombinas y el legado de Villarreal.

Reflexionar sobre la influencia del pensamiento andino en la ciencia moderna para honrar el legado de Federico Villarreal, y también subrayar una conexión profunda entre las civilizaciones precolombinas y el conocimiento contemporáneo. Las civilizaciones andinas, como los Incas, desarrollaron una comprensión notable de la astronomía, las matemáticas, la ingeniería y la agricultura, mucho antes de la llegada de los colonizadores europeos. Este pensamiento podría haber influido indirectamente en las ciencias modernas, y rescatar ese legado puede servir como base para una nueva reflexión sobre cómo integrar esos conocimientos ancestrales en la ciencia actual.

Al vincular el legado de Villarreal con el pensamiento andino, se abriría un espacio para discutir cómo las contribuciones científicas peruanas, tanto antiguas como modernas, pueden tener un impacto global. Este enfoque también favorece la interdisciplinariedad, invitando a explorar no solo la historia y la ciencia, sino también la filosofía, la educación y las técnicas ancestrales.

En definitiva, reflexionar sobre este legado sería una forma de fortalecer la identidad científica del país y fomentar un entendimiento más integral de la evolución del conocimiento. Además, podría inspirar nuevas formas de investigación que unan lo antiguo y lo moderno para promover un desarrollo más sostenible y contextualizado a las realidades de las comunidades peruanas.

IV. JUSTIFICACIÓN

En este contexto, la figura de Federico Villarreal destaca por sus significativas contribuciones en polinomios, astrofísica y matrices, áreas esenciales para el desarrollo científico. Su trabajo no solo se limita a las matemáticas y la física, sino que también abarca un profundo estudio de la historia del Perú, lo que lo convierte en un pionero en la intersección entre estas disciplinas. Villarreal escribió sobre la Historia del departamento de Lambayeque durante la conquista, impreso en 1902, también sobre la historia y la cultura del Perú, enfatizando la importancia de comprender el pasado para avanzar en el conocimiento científico y tecnológico. A través de sus investigaciones, promovió la idea de que la historia y la ciencia son disciplinas complementarias que enriquecen el entendimiento del desarrollo social y cultural del país.

Sin embargo, su legado ha sido insuficientemente reconocido y difundido en el sistema educativo nacional. Difundir sus logros no solo honra su memoria, sino que también inspira a futuras generaciones de científicos y educadores, promoviendo un mayor aprecio por el conocimiento y la innovación. Al integrar sus aportes en matemáticas y física con su interés por la historia peruana, se puede fomentar una educación más integral que valore el pensamiento crítico y la curiosidad intelectual.

Al resaltar su obra, se ofrece una perspectiva más rica sobre cómo la ciencia puede dialogar con la historia, y cómo el entendimiento de ambos campos puede contribuir a la formación de ciudadanos más informados y comprometidos con su realidad. Así, la difusión del legado de Villarreal se convierte en una herramienta crucial para cultivar una cultura científica en el Perú, que reconozca y celebre la riqueza de su herencia histórica y sus contribuciones al conocimiento.

Además, reconocer y valorar los logros científicos y tecnológicos de culturas como la Inca, que realizaron grandes obras como los geoglifos de Nazca y Machu Picchu, nos invita a redescubrir y apreciar nuestra herencia cultural. Esta perspectiva no solo enriquece nuestra identidad nacional, sino que también pone de relieve la continuidad del ingenio humano a lo largo de la historia.

Es crucial promover un mayor sentido de pertenencia e identidad institucional en la comunidad villarrealina. Es necesario crear lazos de compromiso sólidos entre profesores, alumnos, egresados y trabajadores para fortalecer nuestra identidad educativa y alcanzar un desarrollo integral.

En resumen, la difusión del conocimiento científico y el reconocimiento de los logros históricos, tanto a nivel global como local, son esenciales para inspirar a las futuras generaciones y fomentar una sociedad más informada, innovadora y orgullosa de su patrimonio cultural y científico. La enseñanza de estos conceptos en el sistema educativo nacional no solo preserva y celebra nuestro legado, sino que también impulsa el progreso y el desarrollo continuo en todas las esferas de la sociedad.

V. METODOLOGÍA

Se empleó el método histórico para recopilar de manera sistemática información desde hechos pasados hasta la actualidad. La técnica aplicada consistió en estructurar y analizar el contenido de diversas fuentes de información.

Materiales:

- a. Basadre, J. Vida y Obra del Sabio Federico Villarreal. (2009).
Salinas, F. *La medición del espacio biológico - tiempo andino*. (1999).
Einstein, A. Como veo el mundo. (2021).
Hawking, S. Historia del Tiempo del Big Bang a Los Agujeros Negros. (2011).
Villarreal, F. (1879). Fórmulas y métodos que deben complementarse en matemáticas.
- b. Libros, archivos y documentos consultados en la Biblioteca Nacional, Biblioteca Central de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Biblioteca de la Universidad Particular Ricardo Palma.
- c. Programas Informáticos:
Microsoft Word: Procesador de texto.
Microsoft Power Point: Presentaciones.
Corel Draw XX: Diseño.
Adobe Audition: Editor de audio.
Corel Video Studio: Editor de video.

- Total Video Converter: Convertidor de formatos de video.
Adobe Photoshop: Editor de imágenes.
Chat GPT: Es una inteligencia artificial avanzada.
- d. Equipos de estudio:
Videgrabadora.
Cámara Fotográfica.
Grabadora de Audio
Computadora.
Laptop.
Memoria USB.
 - e. Libreta de registro:
Libreta de registros etnobiológicos.
Libreta de registros etnolingüísticos.
Libreta de registro sociocultural.
 - f. Maquetas etnocientíficas andinas:
Intisaywana
Yakuapana
Allpapampachana
Yakutarina
Intiqwana
Qespeqawana
Yupana
Quipu

Procedimientos

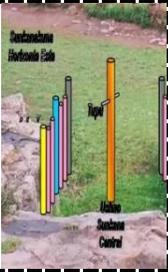
- a. Se consultó y revisó los libros y la producción lingüística literaria en las bibliotecas: Nacional, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Particular Ricardo Palma, Nacional Mayor de San Marcos. También visitas al Museo de la Nación, museo de sitio Puruchucu y al Museo Cosmoastronómico de Puruchucu.
- b. Se construyeron los hipervínculos que relacionan las herramientas etnocientíficas que utilizaron para comunicarse y conocer su espacio-tiempo-biológico, los lugares históricos donde se desarrollaron los hechos.
- c. Se consultó la Tabla 1, "Vida y Obra: Espacio – Tiempo Cronológico del Sabio Federico Villarreal", del libro Federico Villarreal Trayectoria Científica¹. Esta tabla detalla su edad, año, actividades, sus más de 558 publicaciones, cargos y títulos obtenidos, proporcionando un análisis exhaustivo de su contribución a la ciencia y su trayectoria profesional.
- d. Se consultó la Revista de Ciencias y La Gaceta Científica en donde Federico Villarreal fue director, colaborador y escritor de diferentes artículos

¹ Salinas Melendez, Fredy 2023 Federico Villarreal *Trayectoria Científica*

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL ANTIGUO PERÚ

Matriz N°1: De Caral a los Incas

Fredy Salinas Meléndez

CARAL	Chavin	Paracas	Nazca	Moche	Wari	Tiahuanaco	Lambayeque	Chimú	INCA
									 <p>Choquequirao</p>  <p>Machu Picchu</p>
RESUMEN DE LAS 7 HERRAMIENTAS ETNOCIENTÍFICAS									
	INTY SAYWANA	INTI QAWANA	YAKU APANA	ALLPA PAMPACHANA	QESPEQAWANA	YAKU TARINA	KIPU Y YUPANA		
<p>Inicio de la Cultura Andina:</p> <ol style="list-style-type: none"> Lengua: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Quechua Ciencia: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Holístico Tecnología: <ul style="list-style-type: none"> ➤ 7 Herramientas Religión: Politeísta <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hanan Pacha ➤ Kay Pacha ➤ Uku Pacha Arte: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Poesía ➤ Canto ➤ Baile ➤ Danza ➤ Cuento 									
USOS Y APLICACIONES									
	Comunicación Simultánea a través de la velocidad de la luz mediante espejos.	Medir el Tiempo-Espacio: horas, días, semanas y años, a través de la variación diaria de la imagen de su sombra.	Nivelar estructuras de canales, andenes, edificios, etc.	Levantamiento de planos, ángulos y trazado de edificios, caminos, puentes.	Lectura de Boveda Celeste: La Chakana o Estrella del Sur, las fases de la luna.	Ubicación de aguas freáticas, basado en el principio de la radiestecia.	Lectura, escritura y cálculos matemáticos		
<p>Conquista de Peru en 1532:</p> <ol style="list-style-type: none"> Lengua: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Español Ciencia: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Limitada Tecnología: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Limitada Religión: Monoteísta <ul style="list-style-type: none"> ➤ Católica Arte: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Poesía ➤ Canto ➤ Baile ➤ Danza <p>Click en las imagenes para ver videos</p>									

La Ciudad Sagrada de Caral, situada en el valle de Supe, a 182 kilómetros al norte de Lima, Perú, es considerada la ciudad más antigua de América, con una antigüedad aproximada de 5000 años. Esta civilización se desarrolló entre 3000 y 1800 a.C., contemporánea de otras grandes culturas como Egipto, India, Sumeria y China, aunque a diferencia de ellas, lo hizo en completo aislamiento. En 2009, la UNESCO declaró a Caral Patrimonio Cultural de la Humanidad.

La cultura andina ha hecho valiosos aportes a la humanidad, destacando sus siete herramientas etnocientíficas, clave en la construcción de impresionantes obras arquitectónicas como Machu icchu, Ollantaytambo y las líneas de Nazca. Estos avances muestran su profundo conocimiento de geometría, hidráulica y astronomía, visibles en sus estructuras aún estudiadas hoy en día. Además, muchas de estas herramientas siguen siendo utilizadas por campesinos andinos, evidenciando su durabilidad y eficacia, lo que resalta la sabiduría científica de esta civilización.

DE CARAL A TÚCUME

Caral, la civilización más antigua de América (3000 -1800 aC), se desarrolló en el valle de Supe, destacando por su arquitectura monumental con pirámides y plazas circulares. Su economía se basó en la agricultura (especialmente algodón) y el comercio pacífico. No se observaron evidencias de guerra, priorizando la cooperación y la sostenibilidad. Innovaron con instrumentos musicales, técnicas agrícolas avanzadas y el uso del Quipu. Su religión giraba en torno a elementos naturales como el agua y el fuego. Su legado influyó en culturas andinas posteriores y es un modelo de convivencia pacífica y armonía con el entorno.

Caral se caracterizó por su impresionante urbanismo, con edificaciones que incluyen pirámides escalonadas, plazas circulares hundidas y áreas residenciales. Las pirámides, construidas con piedras y rellenos de shicras (sacos de fibra vegetal), eran centros ceremoniales y administrativos que reflejaban un alto grado de planificación y conocimiento arquitectónico. Las plazas circulares se usaban para ceremonias rituales, fortaleciendo el vínculo entre la comunidad y su cosmovisión.

La economía de Caral se sustentó en la agricultura intensiva, con cultivos como algodón, maíz, frijoles y calabazas. El algodón, en particular, fue fundamental para la elaboración de textiles y redes de pesca, lo que facilitó el intercambio con comunidades costeras. Caral inició rutas comerciales que conectaban los Andes, la costa y la selva, intercambiando productos como pescado seco, madera y frutas tropicales.

A diferencia de otras civilizaciones tempranas, Caral no mostró evidencias de armamento ni conflictos bélicos significativos, lo que sugiere una sociedad organizada en torno a la cooperación y el intercambio pacífico. Su enfoque estaba en la ciencia, la sostenibilidad y la religión, con énfasis en la armonía con el entorno natural.

Las innovaciones tecnológicas y culturales en Caral incluyen flautas de hueso y antaras que reflejan una rica vida cultural y espiritual. Practicaron técnicas agrícolas avanzadas y establecimientos de asentamientos en armonía con los ciclos climáticos y el medio ambiente y aunque no se han encontrado registros extensos, evidencias de Quipu sugieren el uso temprano de sistemas de registro basados en nudos.

La religión apoyó un papel central en Caral, guiando su organización social y sus prácticas ceremoniales. Los habitantes rendían culto a deidades vinculadas con la naturaleza, como el agua, el fuego y la fertilidad, elementos esenciales para su supervivencia en un entorno árido.

El modelo de organización social, urbana y económica de Caral influyó en civilizaciones posteriores, como Chavín y otras culturas andinas. Su enfoque en la sostenibilidad y la convivencia pacífica la convierte en un ejemplo notable para el estudio de las primeras sociedades humanas.

Caral es un testimonio del ingenio humano y de cómo, incluso en tiempos remotos, las civilizaciones lograron prosperar sin recurrir a la violencia, priorizando la armonía con la naturaleza y la innovación social.

Túcume, en Lambayeque, es reconocido como tierra del sabio Federico Villarreal. Este sitio fue un importante centro administrativo y ceremonial de la cultura Sicán o Lambayeque, que se remonta al siglo XI de nuestra era. Anexada sucesivamente al reino Chimú y al Imperio Inca, mantuvo su relevancia hasta la época de la conquista española.

Según la leyenda local, Túcume fue fundada por Naymlap, un héroe mítico que llegó del mar y construyó la ciudad junto a campesinos locales alrededor del cerro La Raya, una prominente elevación en la llanura. Esta historia fue registrada por el cronista español Miguel Cabello Valboa en 1586. En la década de 1990, el reconocido explorador Thor Heyerdahl visitó Túcume y comenzó un proyecto de investigación junto a los arqueólogos Daniel Sandweiss y Alfredo Narváez, que culminó en la creación de un museo de sitio cerca de la Huaca 1. Este museo alberga importantes restos descubiertos en las ruinas y dio lugar al libro "Pirámides de Túcume: la búsqueda de la ciudad olvidada del Perú" (edición peruana en 1996).

El descubrimiento de la tumba del Señor de Sipán en 1987 marcó un hito significativo en la arqueología mundial y americana. Por primera vez se encontraba intacto el mausoleo de un soberano anterior a los Incas. Según Walter Alva, ex director del museo, "el descubrimiento de la tumba y su relación con las imágenes de la iconografía mochica, así como las ornamentas recuperadas exhibidas en el museo, han sido clave para comprender el mundo mochica".



A. Pirámides en las épocas del Señor de Sipán²



B. Pirámides en la actualidad dañadas por el Niño.

DE TÚCUME A MACHU PICCHU

Tucumé, ubicado en el norte de Perú, es un complejo arqueológico que alberga más de 26 pirámides y otras estructuras monumentales, testimonio del legado de la civilización Lambayeque. Al igual que Machu Picchu, Tucumé refleja la sofisticación y las avanzadas habilidades de ingeniería de las culturas prehispánicas, aunque pertenece a una civilización distinta. Ambos sitios destacan por su arquitectura monumental y su conexión con el entorno natural.

Machu Picchu, por su parte, es una antigua ciudad inca ubicada en los Andes peruanos, construida en el siglo XV durante el reinado del emperador Pachacútec. Famosa por su arquitectura monumental y su ubicación sobre un precipicio, la ciudad incluye templos, plazas y terrazas agrícolas. Machu Picchu es un ejemplo destacado de ingeniería inca, con sus avanzadas técnicas de construcción y el uso de canales y terrazas para la agricultura. Su función exacta sigue siendo un misterio, pero se cree que fue un centro religioso, administrativo y de descanso para la élite inca. Hoy en día, es uno de los destinos turísticos más importantes del mundo y un símbolo del legado inca. Además, fue reconocida por la ONU como una de las Nuevas Siete Maravillas del Mundo Moderno, destacando su importancia cultural e histórica a nivel mundial.

A través de su arquitectura y legado, tanto Machu Picchu como Tucumé evidencian la sofisticación de las culturas andinas y su capacidad para construir estructuras monumentales que perduran hasta el día de hoy.

Federico Villarreal, ilustre peruano y figura destacada de la ciencia en el Perú, nació el 3 de agosto de 1850 en la calle Real de Túcume, Lambayeque, en el seno de una modesta y trabajadora familia formada por Ruperto y Manuela Villarreal. Túcume, una tierra fértil y rica en oro, se asienta en la ribera del río La Leche y está rodeada de pirámides ancestrales, como las de los señores de Sipán y Sicán. Este poblado alberga una rica fauna, como llamas y perros sin pelo, y una exuberante flora que incluye algodón de colores, camote, calabaza, loche y maní en su clima tropical.

El distrito de Túcume fue creado el 17 de noviembre de 1894, separándose de Mochumi, bajo la gestión del senador Federico Villarreal por Lambayeque, durante el gobierno del presidente Andrés Avelino Cáceres. Actualmente, se gestiona la declaración de la casa donde nació Villarreal como un centro histórico.

La Universidad Federico Villarreal reconoce el 30 de agosto como su aniversario de nacimiento, mientras que la población tucumana celebra el 31 de agosto. Sin embargo, según el documento de la Gran Logia de los Masones de la República del Perú, la fecha correcta es el 3 de agosto de 1850. Este documento, que reconoce a Federico Villarreal como masón y astrónomo con el Grado XXXIII el 6 de noviembre de 1898, confirma su nacimiento el 3 de agosto de 1850, y su proclamación como miembro activo el 15 de enero de 1889.

Aportes del "Polinomio de Villarreal"

- Superó el binomio de Newton con su revolucionario polinomio, desarrollado en 1873, cuando apenas tenía 23 años. Este avance no solo simplificó y generalizó los cálculos matemáticos, marcando un hito en el campo del álgebra, sino que también sigue siendo relevante en los aportes científicos y tecnológicos actuales.
- Determinó la posición y distancia de los astros, siendo el primero en calcular la distancia de la Tierra a la Luna, lo cual fue publicado en el artículo "Una visita a la Luna" en El Comercio en 1892.
- Federico Villarreal estudió la Corriente de Humboldt y su impacto en el clima del Perú. Determinó que la corriente, al traer aguas frías desde la Antártida, enfría el aire sobre el océano, lo que impide la formación de nubes de lluvia. Esta explicación de Villarreal aclara por qué la costa peruana es tan árida. Publicado en La Gaceta Científica, en 1893
- Determinó la superficie total del Perú, siendo el primero en realizar este cálculo, el cual fue publicado en el Boletín de la Sociedad Geográfica, Tomo VII. En el año 1897.
- Diseñó matrices, gracias a ella, Bill Gates elaboró sus ordenadores y fue lanzada en 1974.

² <https://www.youtube.com/watch?v=0NcvD87dZsQ>

Otro punto de controversia es el descubrimiento del polinomio de Federico Villarreal, titulado "Método para elevar un polinomio cualquiera a una potencia cualquiera". Villarreal desarrolló este método cuando tenía 23 años y era profesor en el colegio de Túcume en 1873. Este avance científico pasó desapercibido hasta que fue publicado en la revista Ciencias de la Universidad Mayor de San Marcos (UMSM) 13 años después, en 1886, cuando Villarreal era profesor de astronomía. Sin embargo, el método permaneció en relativa oscuridad.

En 1905, Einstein publicó la teoría de la relatividad especial y Villarreal la comentó con acierto en 1909. Ganó notoriedad cuando Albert Einstein se enteró de este comentario, lo que elevó el perfil del trabajo de Villarreal en la comunidad científica internacional, aunque no se reconoció plenamente su importancia en ese momento. En 1915, Einstein publicó su teoría de la relatividad general, y en 1919, Arthur Eddington comprobó la curvatura de la luz durante un eclipse total, consolidando a Einstein como el científico más grande del mundo.

Décadas más tarde, en la década de 1980, el impacto del método de Villarreal comenzó a ser más evidente. En 1985, 112 años después de su desarrollo, Bill Gates aplicó el polinomio (matriz) de Villarreal para la fabricación de sus ordenadores. Este uso demostró la relevancia y la durabilidad del descubrimiento de Villarreal en el campo de la tecnología informática. La secuencia del descubrimiento y aplicación del polinomio de Villarreal puede resumirse así:

1. 1873: Federico Villarreal, a los 23 años, desarrolla el "Método para elevar un polinomio cualquiera a una potencia cualquiera" mientras es profesor en el colegio de Túcume.
2. 1886: El método es publicado en la revista Ciencias de la Universidad Mayor de San Marcos (UMSM).
3. 1905: Einstein publica su teoría de la relatividad especial.
4. En 1909, Federico Villarreal realizó comentarios sobre la teoría de la relatividad especial de Albert Einstein. Este último tuvo conocimiento de las observaciones de Villarreal, lo que otorgó notoriedad al trabajo y al intelecto del científico peruano.
5. 1915: Einstein publica su teoría de la relatividad general
6. 1919: Eddington comprueba la teoría de la relatividad de Einstein y cambia la concepción del universo.
7. 1985: Bill Gates aplica el polinomio (matriz) de Villarreal en la fabricación de sus ordenadores, resaltando la importancia y el impacto duradero de su descubrimiento en la tecnología moderna.

Esta secuencia destaca cómo un descubrimiento científico puede pasar desapercibido inicialmente, ganar reconocimiento a través de la interacción con otros grandes avances científicos y finalmente encontrar aplicaciones prácticas significativas décadas más tarde.

A lo largo de su vida, Villarreal destacó en diversas áreas: fue el primer doctor en ciencias matemáticas, físico, astrónomo, geógrafo, políglota, ingeniero civil y de minas, y literato. Colaboró en revistas internacionales y periódicos como El Comercio y La Prensa Educadora. Además, fue senador, masón, ministro de fomento y consignaciones, asesor del presidente Augusto B. Leguía, concejal de la Municipalidad de Lima, y defensor de la patria.

Villarreal fue cinco veces decano de la Facultad de Ciencias y ocupó los cargos de Rector interino y Rector póstumo de la Universidad Mayor de San Marcos. Sus célebres frases, como "Con los números y fórmulas se demuestra todo lo que es posible" y "Si no encuentro el camino, me lo abro", son verdaderas llaves maestras que abren las puertas del conocimiento, tanto del universo como de la naturaleza humana. Estas palabras inspiran a quienes siguen el camino de la investigación científica, fomentando la determinación y la creatividad.

Villarreal, matemático e ingeniero, compartió una profunda pasión por las matemáticas y su aplicación práctica. Su legado en la ciencia y la tecnología es inmenso, con contribuciones que aún resuenan en la actualidad. A pesar de que su contexto y época fueron diferentes, tanto él como Bill Gates reconocieron el poder de las matemáticas como herramienta fundamental para la innovación y el progreso tecnológico. Villarreal es también conocido por la "Matriz de Villarreal", una herramienta matemática que, al igual que su famoso polinomio, subraya la relevancia y universalidad de las matemáticas en una amplia variedad de campos, incluidos los avances tecnológicos. Su enfoque de utilizar las matemáticas para resolver problemas prácticos refleja una visión que sigue siendo relevante en la filosofía moderna de innovación, como la de Gates, que ve en las matemáticas una base sólida para el desarrollo de software y tecnología.

a. Villarreal, editor y director de libros y revistas.

- La Gaceta Científica:** Revista de la Sociedad Amantes de la Ciencia, donde en 1885 Villarreal publicó su tesis "Efectos de la Refracción Sobre el Disco de los Astros" y su obra "Método de Resolución del Polinomio". Esta revista, publicación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor de San Marcos, tuvo circulación mensual desde el 15 de octubre de 1884 hasta 1915.
- La Revista de Ciencias**³: Fundada por Villarreal en 1897, se convirtió en un medio clave para difundir conocimientos científicos. En 1909, Villarreal comentó y publicó sobre el principio de la relatividad especial de

³ <https://fuenteshistoricasdelperu.com/2023/08/09/revista-de-ciencias-lima-1897-1990/>

Albert Einstein en esta revista, de manera tan competente y clara que captó la atención de Einstein en Europa. Esta contribución llevó a Einstein a considerar a Villarreal como uno de los grandes hombres de la humanidad y de la ciencia.

c. **La Revista Esperanto:** Publicación bilingüe con columnas en español y esperanto. Villarreal se destacó como narrador de cuentos, historias, fábulas y chistes promocionando nuestra historia andina para niños. Fue fundador, redactor y director de esta revista, promoviendo el esperanto como un idioma accesible y fácil de aprender.

b. **Federico Villarreal Astrofísico.** Federico Villarreal fue un destacado matemático y astrofísico peruano, conocido por su estudio sobre la refracción de la luz en su tesis "El Efecto de Refracción sobre el Disco de los Astros" (1880). Su capacidad para combinar el rigor matemático con la observación astronómica lo destacó como pionero en la astrofísica en América Latina. Villarreal también fue un ferviente divulgador de la ciencia.

En 1909, utilizó la Revista de Ciencias, que él mismo había fundado, para comentar sobre el principio de la relatividad especial de Albert Einstein. Su análisis fue tan claro y competente que llamó la atención del propio Einstein en Europa, quien lo reconoció como uno de los grandes hombres de la humanidad y de la ciencia. Villarreal es recordado como un visionario y líder en la ciencia, cuyo legado continúa inspirando a futuras generaciones.

A continuación, citamos sus obras más relevantes:

a. En 1873 descubre su polinomio: "Método para elevar un polinomio cualquiera a una potencia cualquiera", superando el binomio de Newton.

b. En 1879 obtiene su grado de bachiller con su Tesis: "Formulas y métodos que deben complementarse en matemática pura".

c. En 1880 es nombrado como profesor de astronomía e la UMSM.

d. En 1882 publica en La Enseñanza Popular "Gravedad".

e. En 1885 sustenta su Tesis de licenciado: "Efectos de la Refracción Sobre el Disco de los Astros".

f. En 1888 publica en el Comercio "Revista General de Astronomía"

g. En 1889 publica, Astronomía en tiempo de los incas en la revista: La Gaceta Científica.

h. En 1893 en el Boletín de la Sociedad Geográfica, Los cometas en tiempo de Huayna Cápac.

i. En 1891 publica en el Comercio "Pasaje de Mercurio por el disco del Sol".

j. En 1892 publica en el Comercio "Una visita a la Luna".

k. En 1896 funda su *Revista de Ciencias*.

l. En 1907 publica en la revista ciencias el terremoto de Valparaíso.

m. En 1909, Federico Villarreal, comentó y publicó en la Revista Ciencias acerca del principio de la Relatividad Especial de Albert Einstein. Este trabajo tuvo un impacto revolucionario al revelar las interconexiones entre energía, masa y velocidad de la luz, contribuyendo al avance del conocimiento científico de su época. Villarreal es reconocido como uno de los pocos científicos de su tiempo que comprendió y comentó con maestría la Ley de la Relatividad de Einstein, dejando así un legado importante en la historia de la ciencia.

Villarreal Comenta y publica en la revista Ciencias la ley de la Relatividad:

"Este nuevo enfoque que revoluciona a la mecánica de Newton, como la hipótesis sobre paralelas que pasan por un punto, ha revolucionado la geometría de Euclides; la masa que se admite actualmente como un coeficiente constante, en la mecánica de Lorentz, es un coeficiente y variable. Se pone un ejemplo numérico y se expone en qué consiste el principio de la relatividad, en que, midiendo las leyes de los fenómenos, por esas medidas no se puede saber si el observador está o no en movimiento. Según este principio se deduce "que los movimientos internos son disminuidos proporcionalmente al factor de Lorentz y la unidad de tiempo es, por consiguiente, más grande". ...

"Creo que la explicación más simple es que no hay un Dios. Nadie creó el universo y nadie dirige nuestro destino. Esto me llevó al profundo conocimiento de que probablemente no hay un cielo ni una vida después de la muerte. Tenemos esta única vida para apreciar el gran diseño del universo y, por ello, me siento extremadamente agradecido", expresó el científico.

Fue un notable divulgador de la ciencia y no rehuyó los debates científicos periodísticos como el que llevó a cabo con el padre Segundo Ballón, Obispo de Arequipa, sobre las causas de los sismos, en el diario El Comercio; y con el contralmirante Melitón Carvajal, sobre la verdadera área territorial del Perú, en la Revista de Ciencias, de la cual fue director por muchos años. Muchas veces polemizó violentamente, sobre todo al refutar a pseudo científicos.

En Lingüística, publicó comentada la Gramática de la lengua Yunga o Mochica, escrita por Fernando de Carrera en 1644 y sobre todo, trabajó en la introducción del Esperanto, en el Perú, para lo cual publicó un Diccionario Esperanto-Castellano y una Revista con su propio peculiar: Antaŭen Esperantistoj! (¡Adelante, Esperantistas!).

Su trabajo científico le dio fama en América Latina y en Europa, llevándolo a participar en varios congresos y a publicar en revistas de la región.

En Astronomía, publicó una descripción de las principales estrellas que se aprecian desde Lima a lo largo del año, y contribuyó con la ubicación del Observatorio de Carmen Alto, Arequipa, de la Universidad de Harvard.

En Geografía, calculó meticulosamente las coordenadas geográficas de las principales ciudades peruanas. Hizo también

trabajos para determinar la superficie del Perú y fijar los límites interprovinciales.

En Sismología, se adscribió a la teoría astronómica de los sismos, por la cual explica el gran terremoto de Concepción de 1906. En 1918, aprueba con una comisión de tres expertos de la Sociedad Geográfica de Lima, de la que fue connotado socio, la Teoría Sismológica Cicloidal de Scipión E. Llona, donde se analiza el movimiento cicloidal de los astros y su incidencia en la generación de sismos.

c. Producción científica de Federico Villarreal.

Los libros fundamentales de Federico Villarreal, como "Método de Resolución del Polinomio" (1873), la tesis de Bachiller titulada "Fórmulas y Métodos que deben complementarse en Matemática Pura" (1879), la tesis de Licenciado sobre "El Efecto de Refracción sobre el Disco de los Astros" (1880), la tesis de Doctor sobre "Clasificación de las Curvas de Tercer Grado" (1881), así como "Nociones de Dinámica" (1909), "Resistencias de Materiales" (1911), "Métodos de Integración por Traspasos" (1911) y "Poliedros Regulares y Semirregulares" (1912), deben ser editados y difundidos para su utilización por parte de los estudiantes de ingeniería.

La edición y difusión de estos textos facilitarán el acceso a recursos de alta calidad y contribuirán significativamente al desarrollo educativo y profesional de los estudiantes en esta disciplina. Además, la disponibilidad de estas obras permitirá que las generaciones futuras de ingenieros tengan una base sólida de conocimientos históricos y técnicos que son indispensables para el avance de la ingeniería moderna.

d. Federico Villarreal y la tecnología Andina. renombrado matemático y astrofísico, mostró un gran interés en la tecnología andina, destacando la sabiduría y el ingenio de las civilizaciones precolombinas. Integró estos conocimientos en su trabajo científico y académico, demostrando su valor tanto en su época como en contextos modernos.

Existen documentos de cronistas que informan sobre la astronomía incaica. Pedro Cieza de León menciona que los incas controlaban el tiempo con "... un grupo de pilares" cerca de Carmenca. Juan de Betanzos, cronista que contrajo matrimonio con una ñusta inca, señala que "... en el mes de noviembre se prepara chicha para beber en diciembre, que es el inicio del año". Waman Poma de Ayala comenta: "El 21 de junio el sol se bambolea y menea en su silla en el horizonte". Este comentario lo pude comprobar el 21 de diciembre, observando el horizonte oeste desde la Plaza Mayor del Cusco. Aclarando lo manifestado por Waman Poma, el sol, antes de ponerse en el horizonte, presenta un movimiento de precesión o bamboleo, y su "silla" se refiere al punto o lugar en el horizonte por donde el sol se oculta, según el cronista.

El universo o espacio-tiempo era conocido cabalmente por el hombre andino con el nombre de Mayu o "Río Celestial", en el cual se observaba la constelación de la Chakana o Cruz del Sur, que era fundamental para la orientación en el hemisferio sur. Junto a la Chakana, los incas identificaban otras constelaciones importantes como la Kollka (el Granero), que representaba abundancia y almacenaje, y la Amaru (la Serpiente), símbolo de sabiduría y renovación. Estas constelaciones no solo tenían valor astronómico, sino que también estaban profundamente conectadas con la cosmovisión y las creencias espirituales andinas. En el hemisferio norte, la referencia astronómica principal era la Estrella de David.

Ciencia y tecnología del antiguo Perú (Matriz N°1)

Las civilizaciones precolombinas de los Andes desarrollaron algunas de las culturas más avanzadas y sofisticadas de la historia antigua. Desde los inicios en la costa central de Perú con Caral, hasta el vasto Imperio Inca, estas culturas dejaron un legado de arquitectura monumental, sistemas agrícolas avanzados y expresiones artísticas complejas. A continuación, un recorrido por las principales civilizaciones andinas que contribuyeron al desarrollo de la región.

- a. Caral (3000-1800 aC) Ruth Shady, en 1994 fundó el Proyecto Arqueológico Caral.** La civilización más antigua de América, ubicada en la costa central de Perú. Se destacó por su arquitectura monumental y una sociedad organizada sin indicios de guerra.
- b. Chavín (1200-400 a. C.): Julio C Tello en 1919 sostuvo que la cultura más antigua del Perú fue la cultura Chavín, surgida hace 3000 años en la sierra oriental del departamento de Áncash,** Famosa por su arte y arquitectura en Chavín de Huántar.
- c. Paracas (700 a.C. - 200 d.C.):Julio C. Tello en 1925, identificó «Paracas-Necrópolis» como parte de la cultura Topará, ubicada más al norte en el valle de Chíncha, Paracas.** Es famosa por sus textiles y prácticas funerarias. Esta civilización destacó por sus avanzadas técnicas de cirugía craneana y momificación.
- d. Nazca (200 aC - 700 dC): Toribio Mejía Xesspe, en 1927 considera las Líneas o Seques de Nazca como parte de una compleja tradición cultural.** Famosa por las enigmáticas Líneas de Nazca y su cerámica

colorida. Crearon avanzados sistemas de riego en el desierto. María Reiche, matemática y arqueóloga alemana, a partir de 1940 dedicó su vida a estudiar y proteger las Líneas de Nazca, sugiriendo que tenían fines astronómicos y agrícolas. Su trabajo fue clave para la preservación de estos geoglifos, ahora Patrimonio de la Humanidad.

- e. **Moche (100 - 700 d.C.): Identificada por Max Uhle en 1901**, la cultura Moche, una civilización guerrera de la costa norte del Perú, destacó por su cerámica escultórica y avanzada metalurgia. **En 1987, el arqueólogo Walter Alva descubrió la tumba del Señor de Sipán** en Huaca Rajada, Lambayeque. Este hallazgo, uno de los más importantes de Sudamérica, reveló una tumba intacta con ofrendas de oro, plata, cerámica y textiles, brindando valiosa información sobre la estructura social y religiosa mochica.
- f. **Wari (600 - 1100 d.C.): Julio C. Tello en 1930, lo consideró el primer imperio andino por Luis Lumbreras..** Los Wari desarrollaron un sistema administrativo centralizado que influyó en los incas, especialmente en su red de caminos. Entre los siglos VII y XIII d.C., controlaron un vasto territorio que abarcaba desde la costa hasta las zonas altoandinas, incluyendo Ayacucho, Cusco, Arequipa, y Lambayeque. Su capital fue Huarí, en la actual Ayacucho, y lograron mantener el control gracias a una avanzada red de caminos que facilitaba la comunicación y el movimiento de tropas y bienes.
- g. **Tiahuanaco (600 - 1000 dC):** El sitio arqueológico de Tiahuanaco, situado en el altiplano boliviano cerca del lago Titicaca, fue redescubierto en el siglo XIX. A partir de 1850, exploradores como Julius von Hassel y Max Uhle llevaron a cabo las primeras excavaciones, despertando un creciente interés académico. Tiahuanaco se destacó como un importante centro político y religioso en los Andes, famoso por sus monumentos emblemáticos, como la Puerta del Sol y las ceremonias de piedra. En reconocimiento a su valor cultural, Tiahuanaco fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2000.
- h. **Lambayeque (750 - 1375 d.C.): Izumi Shimada descubrió en 1991 el Señor de Sicán en Batán Grande, como parte del Proyecto Arqueológico Sicán.** Esta cultura, también conocida como cultura Lambayeque, floreció en la costa norte del Perú entre los siglos VIII y XIV. El hallazgo de este importante gobernante, enterrado con una gran cantidad de objetos funerarios de oro, plata y cobre, proporcionó valiosa información sobre las creencias, la organización social y el poder político y religioso de la cultura. Además, se encontró cinabrio en su tumba, un mineral de mercurio utilizado como pigmento, que evidencia el avanzado conocimiento en metalurgia y comercio de los sicán, ya que su uso en rituales y decoraciones funerarias no era común en la región.
- i. **Chimú (900 - 1470 dC): Max Uhle a principios del siglo XX.** La cultura Chimú se desarrolló en la costa norte del Perú, con su capital en Chan Chan, la ciudad de adobe más grande de América precolombina. Destacaron en agricultura y metalurgia, creando objetos de oro y plata, y su religión incluía deidades del mar y la agricultura, con un gobierno centralizado que facilitó su expansión. En el siglo XV, fueron conquistados por el Imperio Inca.

Un símbolo significativo de su cultura es el tumi, un cuchillo ceremonial de oro o plata que presenta una hoja curva y un mango decorado con intrincados diseños. Utilizado en rituales y ofrendas, el tumi simboliza el poder de la élite chimú y refleja su profunda conexión con la religión y las prácticas funerarias. Muchos tumis hallados en tumbas ofrecen valiosa información sobre su artesanía y valores culturales.

- j. **Los Incas (1438-1533 d.C.)** formaron el mayor imperio de los Andes, con su capital en Cusco. Destacaron por su ingeniería hidráulica, agricultura en terrazas y una extensa red de caminos conocida como Qhapaq Ñan, que facilitaba el comercio y la comunicación. Maestros en la arquitectura de piedra, usaron la técnica de construcción sin mortero llamada pirca, lo que les permitió crear estructuras monumentales resistentes a terremotos, como Machu Picchu, Sacsayhuamán, Coricancha y Choquequirao, todo esto debido a la aplicación de sus 7 herramientas tecnocientíficas.

Machu Picchu, reconocida como una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno construida en el tiempo del gobernante Pachacútec, es un testimonio impresionante de la genialidad inca en la planificación arquitectónica y su capacidad para adaptarse al entorno montañoso. Este sitio icónico, ubicado a más de 2,400 metros sobre el nivel del mar, no solo es famoso por su belleza escénica, sino también por su ingeniosa construcción, que incluye terrazas agrícolas, templos, y observatorios astronómicos que se alinean con eventos cósmicos, como los solsticios. Esta armonía entre la arquitectura y el paisaje resalta el profundo respeto de los incas por la naturaleza.

Choquequirao, a menudo conocido como "la hermana sagrada de Machu Picchu" construcción atribuida

al gobernante Inca Pachacútec, también refleja la planificación urbana inca y su capacidad para integrarse con el paisaje montañoso. Este sitio, que aún está en proceso de excavación, presenta terrazas agrícolas, templos y sistemas de irrigación, mostrando la avanzada ingeniería de la civilización.

Además, los incas eran reconocidos por sus observatorios astronómicos, que les permitían estudiar los astros y establecer calendarios agrícolas precisos. En Machu Picchu, las estructuras alineadas con eventos astronómicos evidencian su conocimiento profundo de la astronomía y su conexión con la agricultura y los rituales.

El redescubrimiento de Machu Picchu por Hiram Bingham en 1911 atrajo atención mundial hacia la civilización inca, resaltando su genialidad arquitectónica.

Durante su expedición, Bingham también estudió la Laguna de Parinacochas en la provincia de Coracora, realizando análisis químicos del agua, estudios batimétricos y observaciones de la flora y fauna local, ampliando el conocimiento científico de la región andina. Estos hallazgos revelaron no solo la grandeza de las ciudades incas, sino también su profunda conexión con el entorno natural y su ingenio para adaptarse a él.

Hiram Bingham con las autoridades y notables de Coracora



Primera Fila, sentados de izquierda a derecha: Emilio Lopez, Andrés Vásquez (alcalde), Milton Fernández, **Hiram Bingham**, Juan Pardo (suprefecto), Dr. Juan Rosa Perez, la niña Isela Flores, Mons. Dr. Mariano Salas, Gregorio Olaechea

Segunda Fila, parados de izquierda a derecha: Oscar la Cruz, David Salomón, Carlos Geldres, Antonio Sevilla, Alfredo Flores, Luis Silva, entre otros

Las culturas andinas, desde la pacífica sociedad de Caral hasta el poderoso Imperio Inca, reflejan un desarrollo significativo en pensamiento tecnológico, artístico y social, dejando huellas profundas en la historia de la humanidad. Su legado se manifiesta en el arte, las técnicas agrícolas y la cultura contemporánea, evidenciando su papel clave en la historia global.

Un aspecto fundamental de este legado es su comprensión del tiempo y los ciclos naturales, que se expresa en la calendarización del año andino. Este ciclo comenzaba con el Qapaq Raymi en el solsticio de verano, seguido por el Poqoy Raymi en el equinoccio de otoño, y continuaba con el Chaupi Wata y el Inti Raymi en el solsticio de invierno, el 21 de junio. Finalmente, se cerraba con el Yaku Raymi en el equinoccio de primavera, lo que refleja la conexión entre los ciclos solares y las actividades rituales y productivas.

Este sistema de calendarización y organización social se sustentaba en conocimientos avanzados de astronomía, ingeniería y agricultura, permitiendo a estas civilizaciones prosperar en entornos geográficos desafiantes. Sin embargo, gran parte de este conocimiento se perdió con la llegada de los españoles, quienes conquistaron el Imperio Inca en 1533. La imposición de un nuevo orden colonial y la destrucción de centros ceremoniales llevaron al colapso de gran parte del legado andino.

La llegada de los españoles también trajo nuevas herramientas y tecnologías que transformaron las dinámicas productivas en la región, junto con el cristianismo, que desmanteló las creencias andinas a través de la evangelización forzada. Esta fusión de culturas generó un impacto profundo que alteró para siempre el curso de la historia andina y su legado.

Los incas, conocidos por su avanzada tecnología y organización, utilizaban espejos para comunicarse a larga distancia. Este ingenioso método reflejaba su capacidad para utilizar recursos naturales y características geográficas de manera efectiva, combinando conocimiento científico y tecnológico con necesidades prácticas y estratégicas.

La velocidad de la luz era conocida y aplicada por los Incas en diversas actividades tales como:

a. En la comunicación simultánea con sus cuatro Suyos.

Los Incas se comunicaban a la velocidad de luz mediante el *Lurpukuna* o espejos de un observatorio astronómico a otro observatorio, tal es así, se comunicaban del Cusco por el norte hasta Pasto en Colombia, por el Sur del Cusco hasta el río Maule en Chile, por el Este del Cusco hasta Cuélap en la selva, por el Oeste del Cusco hasta el mar en Chala-Arequipa. En la figura, operador comunicándose con otro observatorio astronómico.⁴



Fig. 4 A.-El Inty Saywana de Qenqo herramienta andina utilizada para comunicarse simultáneamente mediante espejos de un observatorio astronómico con otro observatorio astronómico. Presionar Ctrl + clic sobre la imagen para abrir el enlace. B.- Maqueta del Inty Saywana

b. En la calendarización de año en función a la variación de la sombra del Sol durante el año de 12 mes



Fig. 5: A.- Complejo astronómico de Machu Picchu. B.- *Inti Qawana de Machu Picchu*⁵ es un reloj solar que registra el tiempo en función de la rotación de la tierra, sincronizando los solsticios, equinoccios y festividades del año. La luz que ingresa por la ventana del lado este, marca todas las fechas del año a través del tamaño y la forma de la sombra del sol, que puede variar entre un rectángulo más delgado o más grueso. Presione Ctrl + clic sobre la imagen para abrir el enlace.

⁴ Puesta en valor del Inty Saywana de Qenqo para el reportaje Exploración Inca, de The History Chanell, en el año 2010

⁵ En el círculo rojo se observa la luz que ingresa por la ventana marcando el solsticio de invierno ocurrido el 21 de junio de todos los años

c. En el manejo de los ecosistemas, mediante la construcción de sistemas de andenes de diferentes pisos altitudinales como en Moray en el Cusco.



Fig. 6: A.- Con el **Yaku Apana** se construyeron los andenes de Moray en el Cusco, sin duda una de las maravillas de la ingeniería hidráulica aplicada a la producción y eco adaptación agrícola en diversos pisos altitudinales. B.- Herramienta Andina del Yaku Apana puesta en valor para el reportaje "Exploración Inca" de The History Channel. Presionar Ctrl + clic sobre la imagen para abrir el enlace.

d. En el manejo de planos para la construcción de estructuras correctamente iluminadas.

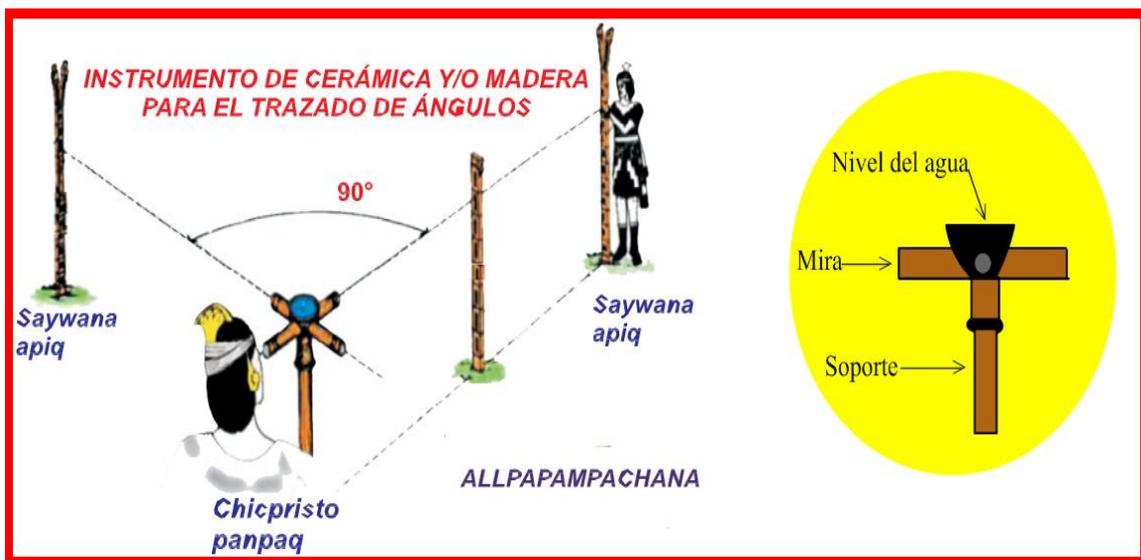


Fig 7. A- Con el **Allpa Pampachana**⁶ o teodolito andino se levantaron planos topográficos, teniendo en cuenta la iluminación correcta en sus construcciones arquitectónicas. Este instrumento era utilizado llenando agua en la parte superior cóncava hasta que llegue al menisco. Está hecho de arcilla granítica, color gris oscuro, engobe (pasta colorante). Se utiliza para trazar ángulos de 90° verticales y horizontales, fue encontrado en Aija, Áncash, y actualmente se exhibe en el museo de Huaraz. Presionar Ctrl + clic sobre la imagen para abrir el enlace. B.- Partes del **Allpa Pampachana**.

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=zLuMq1AeW4U>

En la observación del cielo y capturar las imágenes de los astros

Los Incas observaban el cielo, las constelaciones, fases de la luna, eclipses y luego las registraban en cerámicas, textiles, bloques pétreos, entre otros.



Fig.8 Los Qespe Qawanaquna de Machu Picchu o telescopio andino. Herramienta andina utilizada para la observación del cielo. Para mejorar la imagen que se desea observar, se añade clorofila al agua en estos recipientes de base cóncava para mejorar la reflexión de la imagen de las constelaciones como: la Chakana o Cruz del Sur, el Amaru, los astros, entre otros. Presionar Ctrl + clic sobre la imagen para abrir el enlace.

- e. **El Yaku Tarina.** es un dispositivo especializado diseñado para encontrar agua subterránea, basado en el principio de la radiestesia, que consiste en la localización de los campos de energía emitidos por las napas freáticas (acumulaciones de agua en el subsuelo). Los pueblos amerindios ya empleaban estas técnicas ancestrales para identificar fuentes de agua subterránea, utilizando varillas de madera tratada como herramientas de detección.

Este dispositivo moderno, inspirado en esos conocimientos tradicionales, funciona como un sensor avanzado, capaz de detectar cambios en la humedad del suelo y la presencia de acuíferos, facilitando así la localización y aprovechamiento del agua en zonas rurales o de difícil acceso. La Yaku Tarina es especialmente valiosa para optimizar la gestión del agua en áreas agrícolas y en comunidades que dependen de este recurso, combinando tecnología ancestral con soluciones prácticas para enfrentar desafíos actuales de escasez hídrica.

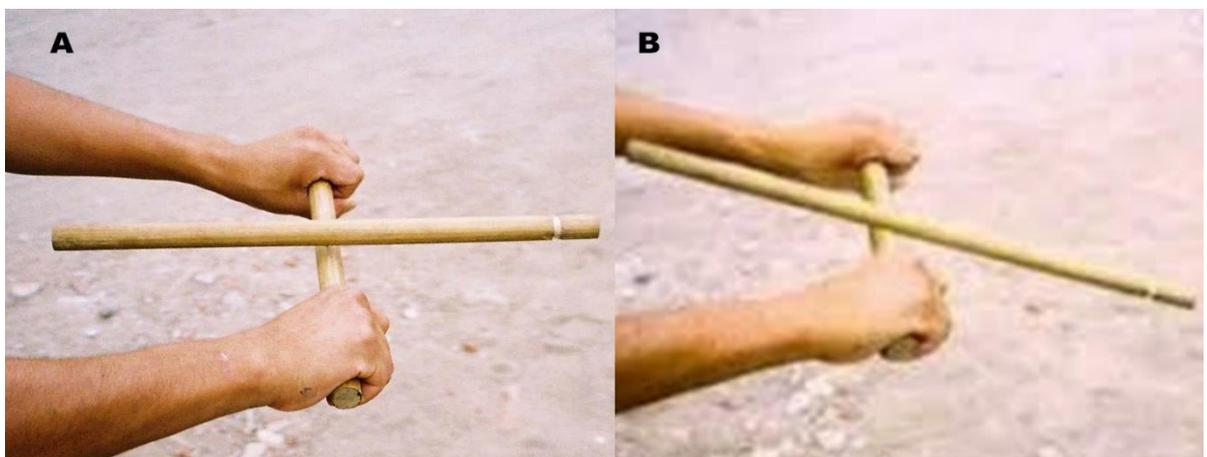


Fig.9 A.-El yakutarina (detector de agua subterránea). Esta herramienta se utilizaba para detectar agua del subsuelo; en la cultura andina se usaban dos varillas hechas de troncos tratados (hembra y macho) que se sujetaban con ambas manos B.- Se camina hasta que la varilla hembra caiga al suelo donde supuestamente existe agua. Luego se cava el pozo para construir un reservorio.

- e. **El Quipu.** El quipu es un sistema mnemotécnico de cuerdas y nudos de colores utilizado para transmitir información detallada. Se ha descubierto en la ciudad de Caral las primeras manifestaciones del quipu talladas en piedra y también un sistema codificado que registra la información en nudos y cuerdas; asimismo, se halló en los centros de la cultura Wari (Ayacucho), Kukuli-Caravelí (Arequipa).

A



B



Fig.10 A.- Los *Quipu kamayoquna*, utilizaron conocimientos de aritmética y geometría en el diseño y la ejecución arquitectónica, los estudios astronómicos en la medición del tiempo y la predicción del clima; y un sistema codificado en el registro de la información en el Quipu. B.- La Yupana o calculadora andina, utilizada para realizar operaciones matemáticas.

5. Usos y aplicaciones del polinomio de Federico Villarreal.

Son diversas sus aplicaciones en campos científicos y tecnológicos, algunas de las cuales se detallan a continuación:

- a. **Geometría y Álgebra:** Se utiliza para resolver problemas geométricos y algebraicos, calculando áreas y volúmenes de figuras.
- b. **Astronomía y Navegación:** Ayuda a calcular distancias entre astros y a determinar posiciones en el espacio, Villarreal es el primer científico que determinó la distancia de la Tierra a la Luna.
- c. **La matriz de Villarreal** se utilizó en la informática y el software, siendo empleada por Bill Gates para el diseño y cifrado de datos en sus ordenadores. Además, se usa en la fabricación de microchips para la navegación aérea, automotriz y en varias industrias de la ciencia y tecnología.
- d. **Aplicaciones Interdisciplinarias:** En disciplinas como medicina, arquitectura, química y biología, el polinomio de Villarreal se utiliza como herramienta valiosa en la investigación científica y el desarrollo tecnológico.
- e. **Arquitectura:** Se emplea en el diseño de planos y cálculos estructurales.

En conclusión, el polinomio de Villarreal es una herramienta matemática fundamental con amplias aplicaciones en ciencia, técnica, tecnología e industria, demostrando su utilidad y relevancia en distintos campos del conocimiento. Sus contribuciones han dejado un legado significativo en el mundo científico.



Fig.11 Matriz de Villarreal utilizado por Bill Gates para sus ordenadores (computadoras).

6. **Los aportes de Villarreal tuvieron un impacto significativo fuera del ámbito científico.** Incursionó en la política como senador de la República, donde combinó su labor política con la publicación de artículos en revistas y periódicos.
 - a. Asesor en el gobierno de Augusto B. Leguía, contribuyó a la modernización del Perú. Además, como

- educador y senador,
- b. Propuso la Ley N.º 162 para establecer escuelas mixtas de primer grado en poblaciones con al menos veinte niños, garantizando la educación obligatoria y gratuita para todos.
- c. Ley 1686, selección del personal de las escuelas fiscales y reconocimiento de goces.
- d. Ley Enfiteusis 1913, relativo a los bancos hipotecarios y a la construcción de carreteras y líneas férreas.
- e. El 30 de noviembre de 1912 impulsó la ley 1686, que instauró la selección de personal de las escuelas fiscales y el reconocimiento de goces.
- f. En su carrera académica, Villarreal ocupó cargos destacados como maestro universitario, cinco veces Decano de la Facultad de Ciencias, Rector interino y Rector póstumo de la Universidad Mayor de San Marcos, la Escuela de Ingenieros, la Escuela Naval y la Escuela Militar.

7. Un imperativo: editar el Legado Científico de las obras del Dr. Federico Villarreal y difundir los tópicos de nuestra ciencia y tecnología andina.

El texto lamenta la omisión de conocimientos científicos y tecnológicos ancestrales en la educación nacional y destaca la necesidad de reconocer y difundir las obras de Federico Villarreal. Aunque se menciona un reciente libro compilado por el Dr. Fredy Salinas Meléndez, que destaca las contribuciones de Villarreal, se insta a ampliar estas iniciativas y comprometer a las instituciones educativas y al Ministerio de Educación en su difusión. Se enfatiza la importancia de reconocer a Villarreal como un maestro científico y otorgarle los honores que merece como la Orden del Sol de Perú, el Grado de Amauta y las Palmas Magisteriales Póstumas, así como explorar y valorar la rica herencia en ciencia y tecnología ancestral del Perú.

El sabio Federico Villarreal nació y creció desapercibido e ignorado, en humildad y modestia. Sin embargo, como Senador, promulgó la Ley N.º 162 en favor de la enseñanza obligatoria y gratuita para los niños de ambos sexos. En la guerra del Pacífico, demostró su carácter patriótico, energía, esperanza, fe y una sonrisa que nunca lo abandonó.

Fue un sabio que no se alejó del pueblo para pensar, sino que pensó para el pueblo, la juventud y la ciencia, hasta el último día de su vida, al servicio de la humanidad. Consagró 53 años (1870-1923) de su vida a la enseñanza en todos los niveles del sistema educativo nacional, desde el nivel inicial hasta la cátedra universitaria.

En sus aproximadamente más de 558 publicaciones registradas—libros, revistas, trabajos técnicos, ensayos y folletos— en la tabla número 1. Vida y Obra: Espacio Tiempo Cronológico del Sabio Federico Villarreal por el autor Dr. Fredy Salinas trató sobre las ciencias naturales, la ciencia matemática y la ciencia social. De su vasta producción intelectual se ha tomado uno de sus escritos, titulado “La clasificación de la ciencia según su objeto de estudio” y se ha adaptado, ilustrado y comentado para su mejor comprensión.

8. La creación de la casa de estudios: Federico Villarreal

Por sus aportes científicos y labor pedagógica que dedicó toda su vida, un grupo de intelectuales tuvo a bien poner el nombre de Federico Villarreal a esta casa de estudios.

La creación de la Universidad Nacional Federico Villarreal se remonta al 30 de octubre de 1963, cuando fue fundada por el Dr. Javier Pulgar Vidal. Su establecimiento fue promulgado por el presidente de la República, Arq. Fernando Belaúnde Terry, mediante la Ley N.º 14592, y su primer Rector fue Óscar Herrera Marquis. Sus primeras facultades fueron las siguientes: Comercio, Contabilidad y Cálculo Actuarial, Economía, Estadística y Finanzas, Administración Pública y Privada, Acuicultura y Oceanografía.

En la actualidad, la Universidad Nacional Federico Villarreal cuenta:

- a. Con 18 facultades.
- b. 60 carreras profesionales.
- c. Una Escuela Universitaria de Postgrado.
- d. Un Instituto de Idiomas.
- e. Otras dependencias, donde se forman a los profesionales con las exigencias del mundo actual.

Uno de los objetivos de este artículo es dar a conocer que Federico Villarreal propuso la creación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas en la Universidad Mayor de San Marcos, una iniciativa que no se concretó. Con este antecedente, en 1983, los profesores de la Facultad de Educación, especializados en biología, física, química, matemáticas y estadística, nos reunimos en una asamblea presidida por el Dr. Armando Dávila Gálvez. Él argumentó que una universidad con el nombre de Federico Villarreal no podía existir sin una Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas que sirviera a todas las demás facultades. Esta propuesta se hizo realidad en 1984 en la Universidad Nacional Federico Villarreal, mediante la resolución rectoral N.º 14754-84 UNFV, que autorizó la creación de dicha facultad.

Estamos experimentando un crecimiento sostenido y contamos con numerosos recursos, pero aún nos falta una identidad o sentido de pertenencia villarrealina más sólido. Necesitamos identificarnos plenamente con nuestra Alma Mater, la Universidad Nacional Federico Villarreal.

REFERENCIAS

- Basadre, J. (2009).** Vida y Obra del Sabio Federico Villarreal. Fondo Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Betanzoa, J. (1987).** Suma y narración de los Incas. Edición de María del Carmen Martín Rubio. Madrid:Ediciones Atlas.
- Bauer, Brian; Dearborn, David S. P. (1998).** Astronomía e Imperio en los Andes. Centro de Estudios Regionales Andinos “Bartolomé de las Casas”.
- Gates, B. (2007).** Bill Gates visitó Perú El 22 de junio de 2007, con destino a Cusco para presenciar el Inti Raymi.
- Einstein, A. (2021).** Como veo el mundo. Stargatebook.
- Guamán Poma, F. (1614/1944).** La primera nueva crónica y buen gobierno. La Paz: Editorial del Instituto Tiahuanaco de Antropología, Etnografía y Prehistoria.
- Hawking, S. (2011).** Historia del Tiempo del Big Bang a Los Agujeros Negros. Alianza Editorial.
- Regal, A. (2005).** Los trabajos hidráulicos del inca en el antiguo Perú. Instituto Nacional de Cultura (INC).
- Salinas, F. (1999).** La medición del espacio biológico - tiempo andino. En Boletín RED. Enero-abril. Facultad de Ingeniería Civil, UNFV. Editado por la Oficina de Relaciones Públicas de la FIC.
- Salinas, F. (2003).** Cosmogonía Andina. Printing Color EIRL.
- Salinas, F. (2011).** Guía Digital Etnocientífica Andina. Fondo Editorial Cultura Peruana EIRL.
- Salinas, F. (2023).** Federico Villarreal: Trayectoria Científica. Fondo Editorial Cultura Peruana EIRL.
- Uriarte, F. (2009).** Federico Villarreal, derrotero de la vida y obra de un sabio. Lima: UNFV
- Villarreal, F. (1879).** Fórmulas y métodos que deben complementarse en matemáticas. Tesis Bachiller. Lima.
- Villarreal, F. (1885).** Efectos de la refracción sobre el disco de los astros. Tesis para optar el grado de Licenciado. La Gaceta Científica. (Tomo. I) .
- Villarreal, F. (1886).** Elevación de polinomios. La Gaceta Científica, (Tomo 2).
- Villarreal, F. (1886).** Divisibilidad y decimales periódicos. La Gaceta Científica, (Tomo 3). La Gaceta Científica.
- Villarreal, F. (1889).** Tirada aparte. S.-Viga empotrada en los dos extremos. Anales de la Sociedad Científica Argentina (Tomo 47).
- Villarreal, F. (1889).** Astronomía: ¿Cómo se miden los cielos?”. El Comercio. Lima, 3 de agosto.
- Villarreal, F. (1891).** “Distribución de eclipses del Sol y la Luna”. La Instrucción, número 27. 31 de enero.
- Villarreal, F. (1892).** “Observatorio del Carmen Alto de Arequipa”. La Gaceta Científica, Tomo VIII. 31 de enero.
- Villarreal, F. (1897).** Clasificación de las ciencias. Lima: Imprenta de la Escuela de Ingenieros.
- Villarreal, F. (1897).** Teoría de los números. Divisibilidad. Revista de Ciencias, Tomo 1.
- Villarreal, F. (1902).** Warmi Warkuna, Esperanto. Revista de Ciencias. Año VI. N° 7.
- Villarreal, F. (1905).** Numeración aritmética. Revista de Ciencias. (Año VIII, n.º 4, 31 de enero, p. 81). Revista de Ciencias.
- Villarreal, F. (1906).** Poliedros regulares y semirregulares. Revista de Ciencias. (Año IX, n.º 4 y sucesivas publicaciones hasta el año X, n.º 3, p. 61). Revista de Ciencias.
- Villarreal, F. (1906 y 1907).** Poliedros regulares y semirregulares. Revista de Ciencias, Tomo 9 y 10. Tirada aparte).
- Villarreal, F. (1909).** Revista Ciencias acerca del principio de la Relatividad Especial de Albert Einstein.
- Villarreal, F. (1910).** Los cometas en tiempo de Huayna Cápac. Revista Ciencias.
- Watanabe, L. (2004).** Federico Villarreal: Matemático e Ingeniero. Ediciones COPÉ.
- WEBGRAFÍA**
- <https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2023/08/05/bill-gates-y-la-razon-por-la-que-vino-a-peru-por-primera-vez-hace-16-anos-cusco-inti-raymi-evat-278130>
- <https://elcomercio.pe/blog/vidayfuturo/2011/12/peruana-premiada-por-bill-gate/>
- <https://www.df.cl/bill-gates-financia-dos-proyectos-de-salud-en-universidad-peruana>.
- <https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2022/08/10/unfv-quien-fue-federico-villarreal-el-ilustre-matematico-que-logro-superar-el-binomio-de-newton-evat>
- <https://www.facebook.com/elgafoo/videos/686599702422838>.
- <https://www.youtube.com/watch?v=rPGri03sN-M>.

Federico Villarreal



**Decano de la Facultad de Ciencias
de la UNMSM de 1903 - 1923**