



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Psicología
Unidad de Posgrado

Impacto de la aplicación de un programa de estrategias psicodidácticas a un grupo de estudiantes universitarios para incrementar su ingenio tecnológico

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Psicología

AUTOR

Jesús RETTO MANRIQUE

ASESOR

Dr. Alex Teófilo GRAJEDA MONTALVO

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Retto, J. (2022). *Impacto de la aplicación de un programa de estrategias psicodidácticas a un grupo de estudiantes universitarios para incrementar su ingenio tecnológico*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Psicología, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jesús Retto Manrique
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06034013
URL de ORCID	0000-0002-8851-6102
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Alex Teófilo Grajeda Montalvo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08636611
URL de ORCID	0000-0001-5972-2639
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Ana Esther Delgado Vásquez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07634955
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Juan José Danielli Rocca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25564896
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	María Luisa Matalinares Calvet
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07669021
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Manuel Encarnación Torres Valladares
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	07642351
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Universidad Nacional Mayor de San Marcos Latitud: 77°05'00" Longitud: 12°03'30"
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018 – 2022
URL de disciplinas OCDE	Psicología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.01.00 Educación general https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.03.01 Ingeniería y tecnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO
Calle Germán Amézaga N.º 375, Lima (Ciudad Universitaria)
Central Telefónica 6197000, anexo 3208



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN PSICOLOGÍA

Siendo las 11:00 horas del día viernes 5 de agosto de 2022, en la Plataforma Virtual de Posgrado de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Ciudad Universitaria, Av. German Amézaga n.º 375 Lima), el Jurado Examinador de Tesis presidido por la Dra. Ana Esther Delgado Vásquez e integrado por:

Dra. Ana Esther Delgado Vásquez	(Presidente)
Dr. Alex Teófilo Grajeda Montalvo	(Asesor)
Dr. Juan José Danielli Rocca	(Miembro)
Dr. Manuel Encarnación Torres Valladares	(Informante)
Dra. María Luisa Matalinares Calvet	(Informante)

Se reunió para la sustentación pública para optar el Grado Académico de Doctor en Psicología de la persona Magíster **JESÚS RETTO MANRIQUE** quien procedió a la exposición de la Tesis titulada **Impacto de la aplicación de un programa de estrategias psicodidácticas a un grupo de estudiantes universitarios para incrementar su ingenio tecnológico**, con el fin de optar el Grado Académico de DOCTOR EN PSICOLOGÍA.

Concluida la exposición, se procedió a la calificación correspondiente, de acuerdo con la Escala de Calificación que aparece en el artículo 8.º del Reglamento para el otorgamiento del Grado Académico de Doctor, obteniendo la siguiente calificación.

14 (CATORCE) - APROBADO

A continuación el Presidente del Jurado Examinador recomienda que la Facultad de Psicología acuerde otorgar el Grado Académico de:

DOCTOR EN PSICOLOGÍA

Se extiende la presente ACTA a las 13:18 del 5 de agosto de 2022.



Firmado digitalmente por DELGADO VASQUEZ Ana Esther FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.08.2022 14:03:06 -05:00

.....
Dra. Ana Esther Delgado Vásquez
Presidente



Firmado digitalmente por GRAJEDA MONTALVO Alex Teofil FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.08.2022 13:56:19 -05:00

Dr. Alex Teófilo Grajeda Montalvo
Asesora

Dr. Juan José Danielli Rocca
Miembro



Firmado digitalmente por TORRES VALLADARES Manuel Encarnacion FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.08.2022 13:59:12 -05:00

Dr. Manuel Encarnación Torres Valladares
Informante



Firmado digitalmente por MATALINARES CALVET Maria Luisa FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.08.2022 13:52:20 -05:00

Dra. María Luisa Matalinares Calvet
Informante

INFORME DE ORIGINALIDAD

- 1. Facultad:** Psicología
- 2. Unidad de posgrado** de Psicología
- 3. Autoridad académica que emite el informe de originalidad**
Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Psicología
- 4. Apellidos y nombres de la autoridad académica**
Dr. Manuel Encarnación Torres Valladares
- 5. Operador del programa informático de similitudes**
Dr. Manuel Encarnación Torres Valladares
- 6. Documento evaluado**
Impacto de la aplicación de un Programa de Estrategias Psicodidácticas a un grupo de estudiantes universitarios para incrementar su Ingenio Tecnológico.
- 7. Autor del documento**
Jesús Retto Manrique
- 8. Fecha de recepción del documento**
Día 14 de Septiembre del 2022
- 9. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes**
Día 14 de Septiembre del 2022
- 10. Software utilizado**
Turnitin
- 11. Configuración del programa detector de similitudes**
 - Excluye textos entrecomillados
 - Excluye bibliografía
 - Excluye cadenas menores a 40 palabras
 - Otro criterio especificar
- 12. Porcentaje de similitudes**
Según programa detector de similitudes cuatro por ciento (4%)
- 13. Fuentes originales de las similitudes encontradas en el informe de originalidad.**

Informe de Originalidad			
4%	4%	1%	2%
Índice de Similitud	Fuentes de Internet	Publicaciones	Trabajos del Estudiante
Fuentes Primarias			
1. hdl.handle.net			1%
2. archive.org			1%
3. dokumen.pub			1%
4. cybertesis.unmsm.edu.pe			<1%

5. sedici.unlp.edu.ar	<1%
6. issuu.com	<1%
7. unmsm.edu.pe	<1%
8. es.slideshare.net	<1%
9. Es.Slideshare.Net	<1%
10. www.scribd.com	<1%
11. epdf.pub	<1%

14. Observaciones

Ninguna

15. Calificación de originalidad

Documento cumple con criterios de originalidad, sin observaciones

16. Fecha del informe

Día 21 de Septiembre del 2022



Firmado digitalmente por TORRES
VALLADARES Manuel Encarnacion
FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 21.09.2022 11:46:40 -05:00

*Para ustedes, mis queridos padres.
Siempre juntos...*

*Gracias San Marcos, por haberme dado la oportunidad
de aprender y de enseñar
en tus aulas...*

ÍNDICE GENERAL

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	2
1.2 Formulación del problema	7
1.3 Justificación de la investigación	7
1.4 Objetivos	9
Objetivo general	9
Objetivo específico	9
II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 Marco filosófico	11
2.2 Antecedentes	22
2.3 Bases teóricas	24
Teorías Psicológicas que sustentan el Programa PEPIT-2020	24
Teorías que dan sustento a la Prueba EMIT-2020	27
Diversas estrategias para estimular el ingenio tecnológico	29
La inercia psicológica como barrera del ingenio tecnológico	33
El Ingenio tecnológico desde otros enfoques	35
Inclusión y exclusión del concepto de ingenio	37
El Ingenio aplicado a la Tecnología	39
Ingenio tecnológico y “Milagro Coreano”	40
Ingenio tecnológico y progreso taiwanés	40
Situación del ingenio tecnológico en el Perú	41
El caso de los jóvenes peruanos	42
Barreras contra el ingenio tecnológico en el Perú	43
Sobre el uso irresponsable del término “tecnología”	44
Las experiencias del MIT	45
Rol de la Psicodidáctica dentro del Programa PEPIT-2020	46
Propósitos psicodidácticos del programa PEPIT-2020	48
Revisión de las diversas Taxonomías del aprendizaje	49
2.4 Hipótesis	51

2.5 Glosario de términos básicos	51
III. METODOLOGÍA	53
3.1 Detalles de la investigación	54
3.2 Acerca de la muestra	56
3.3 Descripción del programa	59
3.4 Diseño y validación de la Escala EMIT 2020	75
3.5 Identificación de Variables	83
3.6 Operacionalización de Variables	84
3.7 Métodos de Análisis de Datos	85
3.8 Aspectos Éticos	85
IV. RESULTADOS	87
4.1 Presentación de los resultados	88
4.2 Análisis, interpretación y discusión de los resultados	109
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS	122
ANEXOS	135
Anexo 1 Prueba de Normalidad Shapiro–Wilk	136
Anexo 2 Histograma de la Variable Ingenio Tecnológico	137
Anexo 3 Matriz de Consistencia	138
Anexo 4 Información de entrada	139
Anexo 5 Escala EMIT–2020	140
Anexo 6 Encuesta de opinión	141
Anexo 7 Resultados de la Encuesta	143
Anexo 8 Testimonio gráfico	145

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	<i>Las once formas de pensar NEET</i>	30
Tabla 2:	<i>Distinción entre tres conceptos comúnmente asociados</i>	39
Tabla 3:	<i>Diagrama del Diseño de investigación</i>	55
Tabla 4	<i>Distribución de la muestra para esta investigación</i>	56
Tabla 5	<i>Valoración 1: Característica general de los cambios realizados</i>	81
Tabla 6	<i>Valoración 2: Valor técnico del dispositivo mejorado</i>	82
Tabla 7	<i>Prueba Binomial – Juez 1</i>	88
Tabla 8	<i>Prueba Binomial – Consolidado (Jueces 1, 2, 3, 4, 5)</i>	89
Tabla 9	<i>Distribución de ítems por valoraciones</i>	90
Tabla 10	<i>Resultados generales de la aplicación de la Prueba Piloto – Valoración 1</i>	90
Tabla 11	<i>Resultados generales de la aplicación de la Prueba Piloto – Valoración 2</i>	90
Tabla 12	<i>Confiabilidad: Índice de consistencia interna Alfa de Cronbach – Proceso</i>	91
Tabla 13	<i>Confiabilidad: Índice de consistencia interna Alfa de Cronbach – Resultado</i>	91
Tabla 14	<i>Puntajes obtenidos por los cuatro grupos de Solomon. (n=40)</i>	92
Tabla 15	<i>Ranking final de los grupos</i>	94
Tabla 16	<i>Condiciones establecidas en el Diseño de Cuatro Grupos de Solomon para que se demuestre la influencia o impacto de la variable independiente sobre la dependiente</i>	95
Tabla 17	<i>Niveles de ingenio tecnológico establecidos para esta investigación</i>	95
Tabla 18	<i>Niveles de I.T. demostrado por el G.E. (Fase posprograma)</i>	98
Tabla 19	<i>Comparación de medias entre los grupos</i>	98
Tabla 20	<i>Comparación de las Desviaciones Estándar entre los diversos grupos</i>	101
Tabla 21	<i>Comparación de Varianzas entre los grupos</i>	102
Tabla 22	<i>T de Student. GE 1 vs GC 2 – Fase Posprograma</i>	103
Tabla 23	<i>T de Student. GE 2 vs GC 2 – Fase Posprograma</i>	104
Tabla 24	<i>T de Student. GE 1 vs GC 1 – Fase Preprograma</i>	105
Tabla 25	<i>T de Student. GE 1 vs GE 2 – Fase Posprograma</i>	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : <i>Triángulo de la inventiva humana, según Thrinf & Laithwaite (1977)</i>	31
Figura 2: <i>Comparación de puntajes generales de los cuatro grupos en relación a la calidad del producto elaborado (Evaluación posprograma)</i>	93
Figura 3: <i>Puntajes individuales obtenidos por el Grupo Experimental 1 en la evaluación posprograma</i>	96
Figura 4 <i>Puntajes individuales obtenidos por el Grupo Experimental 2 en la evaluación posprograma</i>	96
Figura 5 <i>Puntajes individuales obtenidos por el Grupo de Control 1 en la evaluación Posprograma</i>	97
Figura 6 <i>Puntajes individuales obtenidos por el Grupo de Control 2 en la evaluación Posprograma</i>	97
Figura 7 <i>Histograma mostrando la Desviación Estándar generada por el Grupo Experimental 1 (Fase posprograma)</i>	99
Figura 8 <i>Histograma mostrando la Desviación Estándar generada por el Grupo Experimental 2 (Fase posprograma)</i>	100

Resumen

A diferencia de la creatividad, el ingenio humano no evidencia la misma atención por parte de los investigadores, aun cuando es una facultad mental que nos sirve para solucionar diversos problemas cotidianos, e incluso sea el eje fundamental de los adelantos tecnológicos que nos rodean. En nuestro país el ingenio tecnológico es poco promovido, y cuando esto sucede, todo se limita a la premiación de inventos, dejando de lado lo más importante: *el cómo hacer*. En esta investigación se demuestra cómo con un sencillo programa psicodidáctico, es posible incrementar el ingenio tecnológico de un grupo de estudiantes, que al final exhibe productos-solución superiores a los hechos por los grupos de control en cuanto a utilidad, practicidad, seguridad, y confiabilidad. Esta es una investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, y con perspectiva interdisciplinaria (Psicología, Educación, Ingeniería). Su diseño es Experimental (Cuatro Grupos de Solomon), y se trabajó con una muestra de 40 estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El factor *T de Student* arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las medias de puntajes de los Grupos Experimentales, frente a las medias de los Grupos de Control.

Términos clave: Ingenio, ingenio tecnológico, estrategias psicodidácticas.

Abstract

Unlike creativity, human ingenuity does not show the same attention on the part of researchers, even when it is a mental faculty that helps us to solve various daily problems, and even be the fundamental axis of the technological advances that surround us. In our country, technological ingenuity is little promoted, and when this happens, everything is limited to the awarding of inventions, leaving aside the most important thing: *how to do it*. This research demonstrates how with a simple psychodidactic program, it is possible to increase the technological ingenuity of a group of students, which in the end exhibits superior products–solutions than those made by the control groups in terms of utility, practicality, safety, and reliability. This is applied research, with a quantitative approach, and with an interdisciplinary perspective (Psychology, Education, Engineering). Its design is experimental (Four Groups of Solomon), and it was worked with a sample of 40 students from the Universidad Nacional Mayor de San Marcos. The *Student's T* factor showed statistically significant differences between the means of scores of the Experimental Groups, compared to the means of the Control Groups.

Keywords: Ingenuity, Technological Ingenuity, Psychodidactic Strategies

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Problemática

La función del ingenio humano es resolver problemas (Bray, 2013). Y es justamente esta habilidad la que nos está permitiendo disfrutar de manera creciente, de un elevado grado de civilización tecnológica (Fundació Terra, 2008). No obstante, es costumbre que no se estimulen entre los niños y jóvenes muchas de las modernas habilidades asociadas con el ingenio o la ingeniería (Wang, 2013) Las sociedades con bajos índices de ingenio tecnológico difícilmente podrán desarrollar una industria propia. La escasez de recursos naturales en Corea –por ejemplo– fue un desafío que forzó a sus habitantes a desarrollar habilidades como el ingenio tecnológico (Kim, 1997).

Con respecto al interés por la tecnología, en una encuesta realizada en Lima por la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos) en el año 2010, solo el 27% de los jóvenes declaraba haber leído noticias sobre ella en los diarios peruanos. El 43% de dichos estudiantes expresaba escaso o nulo interés por apreciar documentales de televisión sobre tecnología, y el 73% de ellos declaraba que nunca o casi nunca escuchaba programas radiales sobre este tema (Muestra aleatoria de 1,300 estudiantes: 706 mujeres y 594 hombres) de 50 Instituciones Educativas públicas y privadas de Lima Metropolitana (3°, 4°, y 5° de Secundaria – Año 2010).

En el año 1995, el entonces rector de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) arquitecto Javier Sota Nadal, se reunió con el ministro de Economía y Finanzas con la finalidad de solicitarle su apoyo a la innovación y el desarrollo científico en un grupo de universidades del país. La respuesta del ministro fue negativa, aduciendo que el dinero extra solo serviría para hacer un museo con los laboratorios de la UNI. (Portafolio OEI, 2010). Hace también algunos años, en una reunión en Lima sobre Ciencia y Tecnología promovida por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y CEPAL (Comisión Económica para América Latina), el entonces presidente del CONCYTEC (Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología), Dr. Benjamín Marticorena, invitó al ministro de Economía a inaugurar el certamen. Entre otras cosas, dicha

autoridad manifestó que no era necesario invertir en ciencia y tecnología, porque éstas llegarían con las inversiones extranjeras, y que además el Perú tenía otras prioridades, como la lucha contra la pobreza. Similar fue la posición del presidente del Consejo de ministros poco después. (Portafolio OEI, 2010).

Los ancestrales frenos al desarrollo del ingenio tecnológico nacional

A continuación, se resumen algunas de las principales razones expuestas históricamente por las autoridades políticas peruanas para no apoyar el desarrollo del ingenio tecnológico en nuestro país:

- El desarrollo de la tecnología es solo un asunto de “países avanzados”
- Importando artefactos, ya se está importando tecnología al país.
- La prioridad del Perú es la lucha contra la pobreza.
- Las universidades peruanas no tienen ni el conocimiento ni la capacidad para crear tecnología de punta.
- Si no se desarrolla la tecnología en el Perú, es porque el mercado y las empresas no la necesitan en sus rubros. (Portafolio OEI, 2010).

Los sucesivos gobernantes peruanos no han tomado en cuenta que todos los países que pretenden ser económicamente independientes apuntan antes que nada a desarrollar su propia tecnología, porque es ella la que ayuda a luchar contra la pobreza, pues crea más riqueza, transfiere tecnología a sectores de baja productividad (Portafolio OEI, 2010). Y eso es mucho mejor que las políticas asistencialistas y populistas (como aquella de regalar dinero). En nuestro país no existen programas continuos o actividades de alcance nacional que incentiven sistemáticamente el ingenio tecnológico.

Solo hay algunos eventos aislados y poco promocionados, como la *Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología* (ahora denominada *EUREKA*); y la feria Perú con Ciencia. Ambas ferias son organizadas por el CONCYTEC y tienen periodicidad anual. En ellas, básicamente se hace difusión del conocimiento científico, y solo de manera

complementaria se exponen proyectos de corte tecnológico. Existe un tercer evento que por lo menos premia la inventiva nacional (aunque no dé la pauta de cómo lograrla): el Concurso Anual de Inventores auspiciado por el INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual) cuyo principal propósito institucional es promover la inscripción de patentes.

Ingenieros sin ingenio

Tomando como muestra la malla curricular de cuatro importantes universidades limeñas, se pudo comprobar que éstas no incluyen (cuando menos para sus carreras de ingeniería) algún curso básico general dirigido a incrementar de manera sistemática el ingenio tecnológico en sus estudiantes. Solo puede destacarse que en la carrera de Ingeniería Biomédica de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), existe un curso llamado *Cómo desarrollar servicios y productos disruptivos*, con un valor de 2 créditos, que se dicta en el Nivel 4 – Segundo año de Estudios Generales Ciencias – de cuya sumilla se puede resaltar lo siguiente:

Desarrollar en los estudiantes capacidades para detectar oportunidades de innovación tecnológica a nivel de producto y/o servicio (...) integrando el pensamiento creativo de diseño (...) desarrollando en el estudiante competencias para diseñar, implementar, verificar, patentar y operar proyectos de innovación tecnológica (para lograr) la ventaja competitiva de las empresas, los clientes y la sociedad.

(Sumillas PUCP, 2017)

Como se aprecia en el texto, hay conceptos que denotan cierto acercamiento con el tema que aquí se trata, aunque el énfasis está puesto en el aspecto de la innovación. En las demás ingenierías que ofrece dicha universidad, como Civil, Industrial, Mecatrónica, Electrónica, Minas, Telecomunicaciones, Geológica, Informática, y Mecánica, no se encontró algún curso –de carácter obligatorio o electivo– que se ocupe del incremento del ingenio tecnológico de sus estudiantes.

En la malla curricular de las carreras de Ingeniería Electrónica, Eléctrica, y Mecatrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), tampoco se identificó algún curso relacionado con el desarrollo de la inventiva o el ingenio tecnológico de sus alumnos. (Plan Curricular UNI, 2016.).

Otra institución visitada virtualmente fue la Universidad de Lima, en cuyo Plan Curricular se encontró una asignatura (de carácter obligatorio) para la carrera de Ingeniería Industrial con el nombre de *Taller de Creatividad e Innovación*, con un valor de 2 créditos.

Finalmente, en los Planes de Estudio de las carreras de Ingeniería Geológica, Ingeniería Minera, de Sistemas e Informática, Eléctrica, Electrónica, de Telecomunicaciones, Genética y Biotecnología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, tampoco se ha detectado algún curso cuyo contenido y objetivos se relacionen expresamente con el desarrollo de la inventiva o el ingenio tecnológico.

Esta carencia también ha sido resaltada por investigadores en el campo de la inventiva ingenieril de otras latitudes, como lo destaca el israelí Barak (2004), quien asevera que –en general– se encuentran con muy poca frecuencia este tipo de cursos en la educación superior: Insiste en que aun cuando hay amplio consenso acerca de que la educación ingenieril debería poner más interés en desarrollar habilidades intelectuales básicas en sus estudiantes, escasean en el mundo académico, programas de enseñanza del pensamiento inventivo. Curiosamente, puntualiza que programas de Administración, Artes, y cursos realizados en el propio trabajo, promueven métodos de pensamiento inventivo con mayor frecuencia que los programas de ingeniería.

Esa es también la realidad peruana. se discute mucho acerca del potenciamiento de las habilidades ingenieriles de los estudiantes universitarios, pero no se ha pasado a los hechos, por lo menos hasta donde la autora llega con esta investigación.

Confundiendo la tecnología con el consumismo tecnológico

En cuanto a la comunidad en general, la orientación que prevalece entre los jóvenes peruanos, sigue siendo la tradicional: terminar la educación secundaria para empezar una carrera de las llamadas “humanistas” clásicas y librescas, antes que considerar una opción práctica, técnica, tecnológica o ingenieril. Sucede que el entorno familiar y en parte la escuela, determinan la orientación educativa y las preferencias académicas de los estudiantes (Portafolio OEI, 2010)

Para cerrar este círculo poco alentador, cotidianamente se observa que el consumo indiscriminado de productos y servicios tecnológicos tiene amplia y constante promoción comercial; básicamente centrada en el campo de la informática (celulares, I pads, tablets, smartphones, laptops). Curiosamente, las personas que han caído en este consumismo pernicioso, son llamadas por los medios de comunicación masiva, “amantes de la tecnología”. Al mismo tiempo, y en el extremo opuesto, está la pobre producción tecnológica peruana, carente de apoyo desde sus raíces. A esto se suman las voces conservadoras que insisten con la consigna: “Perú, país minero”.

Investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés), han declarado que, en los países del Tercer Mundo, el 90% de las maquinarias complejas son donaciones hechas por países del Primer Mundo. Lo problemático es que el 80% de esas maquinarias donadas empieza a fallar en un lapso de 6 meses. Las reparaciones son carísimas, y lo peor es que no hay especialistas nativos que las puedan reparar. (Conferencia sobre Tecnologías Emergentes – Andalucía, 2012). Hay entonces la necesidad de apoyar el incremento masivo del ingenio tecnológico nacional, para evitar por ejemplo la añeja dependencia del precio de las materias primas. Bajan los precios y empiezan las dificultades, igual como pasó antes con el guano, el salitre, y el caucho.

El Perú sigue apostando solo por las tradicionales industrias extractivas: mineras, madereras, y pesquera industrial. La única “novedad” actual es el aparente boom

gastronómico, y la exportación de algunos servicios menores, como mucamas, auxiliares de enfermería, agricultores, y empleadas domésticas. (Manifiesto por la CTI en el Perú, 2012). Lo real es que hasta ahora se siguen quemando en el Perú millones de peces para venderlos como harina. Se continúa mostrando al mundo únicamente las ruinas de lo que fue el Perú en un pasado lejano. El Perú se ha limitado a vender minerales, madera, y otras materias primas “así como están”, es decir sin darles valor agregado. Hace algunos años se recuperó parte del mar en el litoral sureño, pero por el clamoroso atraso tecnológico, no ha sido posible aprovechar la riqueza marina que allí existe (Diario Gestión, 25 de Setiembre de 2015 – Versión Online).

Ante tal situación problemática, se propone en esta investigación, el Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020), que apunta a incentivar dicha habilidad, en este caso concreto, en un grupo de estudiantes de los primeros ciclos de la UNMSM, recurriendo a la psicodidáctica, con una dosificación gradual de cuatro estrategias reconocidas por su eficacia en el incremento del ingenio y la inventiva. La Estrategia TRIZ, la Estrategia ASIT, la Estrategia SCAMPER, y la Estrategia de las 8 dimensiones. Cada una de ellas es descrita detalladamente en el apartado relacionado con el Programa.

1.2 Formulación del Problema

¿Qué impacto puede tener en un grupo de jóvenes universitarios la aplicación de un Programa de Estrategias Psicodidácticas destinado al incremento del ingenio tecnológico?

1.3 Justificación de la Investigación

Justificación Teórica

El programa de estrategias psicodidácticas como recurso para incrementar el ingenio humano, permite dar a conocer en esta investigación, una nueva aplicación de la psicodidáctica como disciplina que concentra los mejores aportes de la

psicología y la didáctica (Goñi, 1996; De Corte, 2001; Ortiz y Piguave, 2015) con lo cual es posible favorecer efectivamente el aprendizaje de destrezas y estrategias que permitan a los estudiantes lograr al final de esta experiencia, significativos niveles de competencia en cuanto a ingenio tecnológico; hecho que se espera quede demostrado a través de la calidad de los productos que ellos imaginen, diseñen, y construyan.

Con esta investigación –además– se está ampliando el conocimiento que se tiene acerca del ingenio humano, de su naturaleza, características, peculiaridades, potencialidades, y de las formas en que puede ser incrementado. Sobre esta última aseveración, Petrina (2007) y Newcombe & Frick (2010), cada uno según su particular concepción de ingenio, afirman que se trata de una habilidad humana que se nutre no solo de las experiencias personales, sino también de los factores culturales, lo cual hace posible que éste sea enseñado y aprendido. Tales investigadores aportan suficiente evidencia como para considerar que esta capacidad mental es perfectamente factible de ser incrementada a través de la educación.

Esta investigación también permite entender mejor la Teoría Instruccional de Gagné, (1965) cuando propone identificar las mejores condiciones que generen más probabilidad de producir aprendizajes (Driscoll, 2000), y de lograr nuevas competencias (inductivas, deductivas, reflexivas, e ideativas) así como inventar soluciones tecnológicas prácticas para resolver problemas, tal como lo describe De Corte (2001).

Por último, y no menos importante: vale recalcar que ésta es una investigación interdisciplinaria que se nutre de tres fuentes: la Psicología, la Didáctica, y la Ingeniería, con lo cual se ubica dentro de la nueva tendencia investigativa mundial. Actualmente toda auténtica innovación científica recurre a la interdisciplinariedad. Se precisa del auxilio de los conocimientos y pensamientos de diversas disciplinas para hacer realidad el progreso contemporáneo. (Punset, 2012)

Justificación Práctica

Esta investigación se justifica en el aspecto práctico porque va a permitir demostrar que un programa de estrategias psicodidácticas como el que aquí se presenta, puede incrementar de manera significativa el ingenio tecnológico de los estudiantes que inician sus estudios universitarios. Si este proyecto es tomado en cuenta por las autoridades universitarias peruanas y es incluido como un curso básico general para las diversas carreras de ingeniería, sería posible contar con un creciente caudal de inventiva juvenil que permita ir generando poco a poco una sólida tecnología nacional, incluso con posibilidades de ser exportada; superando de una vez por todas el tradicional comercio de materias primas.

Los beneficios de esta innovación académica serían evidentes: el hecho de contar con estudiantes altamente competentes en el campo del ingenio tecnológico, significa que el Perú tendría por primera vez una valiosa reserva humana capaz de solucionar sus cotidianos problemas tecnológicos, liberándose así de la cadena que ata al país a las grandes potencias exportadoras de tecnología. Concretamente, los participantes en este programa, si reciben las facilidades logísticas del caso, estarán capacitados para diseñar nuevos dispositivos y patentarlos, al mismo tiempo que tendrán una visión más amplia e innovadora de la carrera que están estudiando.

1.4 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Demostrar la eficacia de un Programa de estrategias psicodidácticas destinado a incrementar el ingenio tecnológico en un grupo de estudiantes universitarios.

Objetivo Específico

Apreciar los niveles de ingenio tecnológico alcanzados por los participantes a través de la calidad sus productos.

Capítulo II
MARCO TEÓRICO

2.1 Marco filosófico

La filosofía no es ajena a la tecnología. La humanidad se ha mantenido y se mantiene avanzando cultural y económicamente con el soporte constante de la tecnología. Ortega y Gasset ha observado que el ser humano –a diferencia del animal– no se contenta con adaptarse al medio natural en el que vive, sino que echa mano de sus dotes intelectuales para mejorar su calidad de vida, y produce cosas que no están en la naturaleza. En consecuencia, la técnica antes que promover la adaptación del sujeto al medio, consigue que el medio se adapte a las necesidades y limitaciones del sujeto. “Un ser humano sin técnica, es decir, sin reacción contra el medio (natural) no es un ser humano” (Ortega y Gasset, 1933, p. 8).

A lo largo de los dos últimos siglos la filosofía de la tecnología ha ido emergiendo como una nueva disciplina, estudiando en un principio, el impacto de la tecnología en las diversas culturas y sociedades (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2016). Sin embargo, recientemente ha surgido un nuevo tipo de filosofía de la tecnología que se ha centrado más en la tecnología en sí misma, apuntando esta vez a entender tanto la práctica de diseñar y construir artefactos (ingeniería, ingenio tecnológico), como a la naturaleza de las cosas así creadas.

En ese sentido, la filosofía de la tecnología se ha ido liberando paulatinamente de aquellas críticas hechas con motivaciones socioculturales, percibiéndose ahora un mayor acercamiento con la filosofía de la ciencia, de la acción y de la toma de decisiones, antes que con aquella relacionada con las ciencias sociales y las humanidades. Hronszky (1998), ha resaltado que la mayor parte de la filosofía tradicional de la tecnología ha sido muy crítica de la tecnología como tal, así como a sus manifestaciones histórico–sociales. Afirma que Marcuse, Heidegger, y los existencialistas, aparte de Ellul o Berdiaev, siempre buscaron descubrir algo básicamente problemático en la esencia de la tecnología. (Hronszky, 1998).

El filósofo de la ciencia Wartofsky (1979), encuentra hasta cuatro aproximaciones a la Filosofía de la Tecnología: 1) Una aproximación holística, que aprecia a la tecnología como otra más de las múltiples manifestaciones humanas, al igual que el arte, la guerra o la política. 2) Una aproximación centrada en momentos específicos de la historia de la humanidad, y el rol que tuvo en ella. 3) Una aproximación que se centra en la evolución de la tecnología. 4) Una aproximación crítica-social, que la concibe como el resultado de una serie de confluencias sociales e ideológicas. Aquí, la tecnología es un producto humano que no solo debe ser descrito, sino estrictamente evaluado. (Internet Encyclopaedia of Philosophy, 2016).

Carvajal (2007) señala que la filosofía de la tecnología presenta dos caminos: uno caracterizado por centrarse en la comprensión de la naturaleza o la estructura interna de la tecnología; y otro dirigido a analizar los aspectos éticos de la tecnología en relación con la sociedad y la naturaleza. Afirma este investigador, que la primera ruta lleva hacia un análisis interno, mientras que la segunda lo hace hacia un estudio externo. Por otra parte, de acuerdo a la Stanford Encyclopedia of Philosophy (2016), los filósofos humanistas que estudiaron la tecnología, no tenían en realidad la intención de comprenderla, sino de detectar sus relaciones con la moralidad (Jonas, 1984); con la política (Winner, 1980); con la sociología (Mumford, 1967); con la cultura (Ellul, 1964); o con la metafísica (Heidegger, 1977). En resumen, se trataba de una apreciación negativa de la tecnología (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2016).

Reseña histórica de la Filosofía de la Tecnología

Los primeros testimonios se remontan a la antigua Grecia. Platón planteaba que la tecnología imitaba a la naturaleza. En esa misma línea, Demócrito ponía como ejemplo que las primeras casas se habían construido copiando lo que hacían los pájaros (nidos) y las arañas (telares). Por su parte, Aristóteles si bien aceptaba tal explicación, agregaba que el ser humano dotaba de arte a sus construcciones “para completar aquello que la naturaleza no había podido hacer” (Physics II.8, 199^a15;

citado en la Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2016). También se conocen planteamientos que marcan claras diferencias ontológicas (propiedades trascendentes del ser) entre la naturaleza de las cosas y los artefactos. Afirmaba Aristóteles que las cosas naturales llevan sus principios de generación y movimiento en su interior, mientras que las cosas artificiales solo pueden ser generadas por causas externa (motivaciones e imágenes creadas en el alma del ser humano. Se decía que las creaciones naturales, como por ejemplo los animales y las plantas, se mueven, se modifican, y se reproducen por causas finales internas, pero que los artefactos, por su parte, no podían reproducirse a sí mismos. Era necesaria la intervención humana, puesto que, sin ella, los artefactos estaban condenados a degenerarse, perdiendo su apariencia original, y convirtiéndose en cosas naturales (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2016).

Algunas ideas de Aristóteles aún están presentes en las actuales discusiones relacionadas con la metafísica de los artefactos. Por ejemplo, cuando desde la Bioética se analiza cuál es su función final, se está haciendo referencia a la llamada “doctrina de las cuatro causas” de Aristóteles. (Causa material, Causa formal, Causa eficiente, y Causa final). Mucho tiempo después, en el siglo XIII, Roger Bacon yendo contra la tendencia de su tiempo, argumentaba que la artesanía humana no solamente podía reproducir con fidelidad muchas creaciones de la naturaleza, sino que incluso era capaz de mejorarlas. En ese punto de la historia, surgió un grupo de reflexiones que fueron dando forma a lo que propiamente se consideró más adelante una filosofía de la tecnología, cuyo desarrollo sería constantemente frenado por la iglesia.

Posteriormente, durante el Renacimiento se produjo una revaloración de la tecnología y de las reflexiones filosóficas en torno a ella; como las expuestas por Francis Bacon (1626), a través de su obra fantástica *New Atlantis*, cuyas ideas incluso llegaron hasta la era de la Revolución Industrial. Ya en el siglo XIX la tecnología empieza a ser vista como un gran fenómeno sociocultural, en virtud a una publicación titulada *Erewhon*, escrita por el clérigo Butler (1872), quien relataba a manera de

ficción, los inminentes peligros que traería para la humanidad seguir construyendo más máquinas, cuyo desenlace final sería el dominio total que ellas ejercerían en nuestro planeta. (Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2016).

Mitcham (1989) relata que finalizando el siglo XIX y empezando el siglo XX, surgieron reflexiones filosóficas muy críticas contra la tecnología, hechas por personajes célebres provenientes del mundo de las ciencias sociales, de las letras y de las humanidades en general, sin mayor conocimiento de la práctica ingenieril (Bergson, Jaspers, Marcel, Marx, Marcuse, entre muchos más). A este tipo de críticos –alejados totalmente de la praxis tecnológica– Mitcham los denominó con agudeza “los críticos románticos de la tecnología”. Afirmaba que tales críticos en realidad no analizaban a la tecnología en sí misma, sino más bien en su relación con la moral, la política, la estructura de la sociedad, la metafísica, o la condición humana.

Siguiendo a Mitcham (1989), primero surge la Filosofía de la Tecnología Ingenieril, con dos variantes: la Filosofía mecánica (aplicación de la mecánica newtoniana para explicar y entender el mundo), y la Filosofía de los manufactureros, propuesta el año 1835 por el ingeniero químico escocés Andrew Ure para referirse a una serie de principios que fundamentan la producción industrial a través de máquinas automáticas. Casi medio siglo después, el filósofo alemán Kapp (1877) publica una obra cuyo contenido es muy cercano a lo que es hoy la Filosofía de la Tecnología. En su libro destaca que hay una relación íntima entre los instrumentos y los órganos humanos. Observa este autor que en cada instrumento que crea el ser humano, lo que hace en realidad es reproducirse a sí mismo, pero aumentando su poder. Es el caso de una mano potenciada por un gancho, un brazo potenciado por una espada, o el de una pierna reforzada por una pala. (Kapp, 1877, citado por Mitcham, 1989).

Cabe agregar que, para Kapp, esa serie de ideas humanas ingeniosas no son necesariamente procesos conscientes. Posteriormente, el ingeniero químico alemán

Zschimmer (1913) también publica una obra en la que defiende a la tecnología de aquellos críticos alejados del mundo ingenieril, y propugna la idea de libertad humana a través del dominio de lo material. Pasada la segunda guerra mundial, la Filosofía de la Tecnología inicia un periodo de rápida expansión en el mundo. Hendrik van Riessen (1949), publica en Holanda una obra con amplias reflexiones históricas y filosóficas acerca de la estructura de la tecnología moderna (Mitcham, 1989).

Alrededor de los años sesenta, surge en Alemania una respuesta concreta a la filosofía humanista de la tecnología, adoptando el nombre de “filosofía analítica de la tecnología”, caracterizada por centrarse en los problemas de la tecnología en sí misma, entendida como la práctica del ingenio humano. Se van realizando de manera paulatina, diversas reflexiones en el mundo acerca de los fines, objetivos, métodos, y práctica de la tecnología, relacionando sus conclusiones con diversos temas filosóficos de actualidad. Cabe mencionar, por ejemplo, los ensayos de Bunge (1966) en los que atribuye a la tecnología un sentido muy amplio, comprendiendo, por ejemplo, a la vertiente material (Biología, Mecánica), la vertiente social (Pedagogía, Psicología), la vertiente conceptual (Informática), y la llamada vertiente general.

Tecnología y Ciencia: algunos contrastes filosóficos

La filosofía de la ciencia es de larga data, y constantemente se hacen reflexiones acerca del impacto del conocimiento científico en las diversas sociedades y culturas. No obstante, debe tenerse en cuenta que la ciencia solo impacta en ellas a través de la tecnología. En lo que respecta a la razón de ser de la ciencia y la tecnología, Skolimowski (1966), marca las diferencias: mientras que la ciencia está comprometida con **lo que es**, la tecnología lo está con **lo que va a ser**. Tal distinción es ratificada por Simon (1969), quien afirma que el científico aprecia las cosas tal como son o están, mientras que el ingeniero se concentra en cómo las cosas podrían ser. La ciencia apunta a entender al mundo como es, y la tecnología apunta a cambiar el mundo. A pesar de estas notables diferencias, muchos filósofos han mantenido por largo

tiempo la idea de que en la tecnología no hay conocimientos desempeñando un rol que no lo hayan cumplido antes en el campo de la ciencia.

Bunge (1966) por su parte, defiende la idea de que la tecnología es más bien la ciencia puesta en práctica. Para este pensador, la tecnología se nutre de dos vertientes teóricas: la teoría sustantiva (conocimiento acerca del objeto de la acción), y la teoría operativa (comprometida con la acción misma). No obstante lo dicho, para Ryle (1977) se debe hacer una necesaria distinción entre lo científico y lo tecnológico, y plantear el “saber qué” (conocimiento proposicional tradicional) frente al “saber cómo” (conocimiento no articulado).

El “saber cómo” es –en palabras de Polanyi (1958)– el conocimiento tácito, y lo considera la característica más importante de la tecnología. En una definición aceptada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, la tecnología no solamente abarca los conocimientos específicos, sino además la maquinaria, los sistemas de producción, y la fuerza laboral de los seres humanos calificados.

Al respecto, Li Hua (2009), citado por la *Internet Encyclopaedia of Philosophy*, señala hasta cuatro elementos que dan forma a la tecnología:

- a) La técnica (específica para cada tipo de producción)
- b) Los conocimientos necesarios
- c) La organización de la producción.
- d) El producto

Notoria diferencia con quienes postulaban que la tecnología era simplemente el remodelamiento del mundo físico con fines humanos.

Filosofía analítica de la tecnología

Esta nueva filosofía es consecuencia de los constantes y acelerados avances en el mundo tecnológico contemporáneo; una conjunción de razonamientos entre

ingenieros y filósofos. Es un fenómeno un tanto similar a lo ocurrido con la Epistemología y la aparición de las Neurociencias, cuyos espectaculares avances y descubrimientos generaron lo que hoy se conoce como Neuroepistemología, dotada de sus propios paradigmas o matrices disciplinares como lo concibe Kuhn (1970b). Se habla de una filosofía “de la tecnología” y no “de la técnica”, porque la tecnología es el quehacer de la ciencia moderna, manifestada a través de la creación de artefactos (Mitcham, 1989). En cambio, la técnica alude a algo distinto: la práctica de un conjunto de pasos para lograr un resultado. Por ejemplo, técnica deportiva para jugar mejor al fútbol, o técnica memorística para recordar con facilidad una serie de conceptos.

La tecnología se centra en la construcción de artefactos y en los beneficios basados en dichos artefactos, y como eje de dicha práctica, están los procesos de diseño, que consisten en una serie de pasos que se inician con la necesidad o el deseo de mejorar algo, para luego traducirlo en una lista de requerimientos funcionales muy bien definidos que el inventor o ingeniero deberán cumplir. Luego vienen las especificaciones de diseño, que fijan parámetros físicos concretos que deberá tener el nuevo artefacto. Realizado esto, deberá generarse como resultado un primer esquema con los pasos de construcción del nuevo artefacto.

Ese paso es crucial para lograr tener el futuro prototipo que será sometido a diversas pruebas, con los reajustes del caso. Con frecuencia se considera una característica atractiva la ausencia de mantenimiento del artefacto. Actualmente, la elaboración del prototipo ya no es la fase final del diseño de un producto, sino que se va más allá: se busca que cumpla con las normas ambientales del reciclado una vez que el artefacto ha llegado a su fin. Muchas veces las tareas de diseño solo pueden consistir en perfeccionar un producto conocido.

Aunque muchas veces se ha argumentado con excesivo entusiasmo que la ingeniería se ocupa de solucionar problemas, cualquiera sea la naturaleza de estos (especie de “fijación tecnológica”), es preciso dar una mayor atención filosófica a tal

argumento. Un elemento fundamental dentro del repertorio que posibilita los procesos de diseño, es el conocimiento científico. Aquí hace su aparición la ciencia aplicada a la que alude Bunge (1966). Sin embargo, la especificidad de cada producto por elaborar, genera sus propios conocimientos al momento de poner en práctica el ingenio tecnológico.

Ortega y Gasset ha precisado que la inventiva tecnológica no siempre es motivada por alguna necesidad humana primaria, sino incluso por algún capricho superfluo. “Cosas superfluas que cuando (al ser humano) le falta, preferiría morir” (Ortega y Gasset, 1933, p. 9). De esto, deduce el autor que el ser humano desde tiempos inmemoriales no se ha limitado solo a **vivir** en este mundo, sino a **vivir bien**. Pasar del **estar** al **bienestar** implica entonces rodearse de todas las comodidades posibles, es decir crear cosas, inventarlas, o mejorar las ya existentes.

El filósofo alemán Dessauer (1963), plantea que, gracias a la moderna ingeniería, el conocimiento científico-técnico, ha revolucionado la existencia del ser humano en este planeta. Argumenta, además, que el ingenio tecnológico (“invención” en sus palabras), pone en contacto al ser humano con las cosas en sí mismas; y que la esencia de la tecnología se ubica espacio-temporalmente en el acto de la creación técnica. No en la producción industrial del producto, no en el producto en sí mismo, y menos en el momento de su consumo o puesta en funcionamiento.

Afirma Dessauer, que en el momento que un ser humano diseña y construye un nuevo aparato, se pone en contacto armónico con las leyes impuestas por la naturaleza. Elaborado el producto, deja de ser idea y pasa a ser parte del mundo real. Tal invento es el resultado de un encuentro entre el mundo cognoscitivo y las posibles soluciones concebidas. El producto del ingenio tecnológico es entonces una existencia real trascendente, que tuvo su origen en una existencia fuera de la esencia. (Mitcham, 1989).

Hoy en día es de sumo interés para la filosofía analítica de la tecnología tratar el tema del estado y carácter de los artefactos. Cada producto tecnológico tiene su autor, y fue elaborado para satisfacer una necesidad. Estos productos en algunos casos pueden constituirse en componentes de un producto mayor o más complejo. Pero siempre “sirven para algo”. Esa utilidad es conocida como función. Por ello, al producto tecnológico se le atribuyen dos condiciones: tangibilidad (condición física), e intencionalidad (fin para el que fue construido). A este hecho, investigadores como Kroes & Meijers (2006) le llaman “naturaleza dual de los artefactos tecnológicos”. La noción de función de un artefacto es única, porque va unida necesariamente a la intencionalidad humana; a diferencia de otras nociones de función.

No obstante, la idea de dicha función puede variar tomando en cuenta la intencionalidad del consumidor y la intencionalidad del fabricante. Sobre esta última reflexión, no es extraño que un artefacto en algún momento haya cumplido alguna función accidental (función distinta para la que fue hecha) inducida por algún consumidor, y que esta novedad haya terminado haciéndose de uso común; tanto así que la función original se convierta en una práctica obsoleta.

Tecnología y Ética

En la actualidad hay un constante interés en la tecnología, debido principalmente a la explosiva invención de dispositivos que hacen posible nuevos descubrimientos, nuevas formas de vida, nuevos tipos de relaciones sociales, económicas, y hasta familiares. En suma, el ser humano está cambiando su vida aceleradamente debido a sus propias creaciones tecnológicas. En la Introducción de la *Oxford Bibliographies* dedicada a este tema, se consigna la siguiente interrogante: ¿Crearán las tecnologías un nuevo Leviatán? (monstruo marino descrito en el Antiguo Testamento) o más bien ¿serán ellas capaces de fortalecer nuestra frágil biología?, o ¿nos acercarán cada vez más a la Salvación? (Oxford Bibliographies, 2015).

Hay diversas implicaciones éticas en las nuevas tecnologías. Muchas de ellas están generando controversias a nivel mundial. Al-Rodhan (2015), menciona por ejemplo el caso de los nuevos microprocesadores dotados de neuronas y sinapsis artificiales, de la farmacología inteligente, del cultivo de células madre, los drones, de la manipulación de embriones, de los autos sin piloto, de los robots autónomos dotados de inteligencia artificial intuitiva, y de los vehículos propulsados por pilas de hidrogeno. Afirma Al-Rhodan, que en nuestros días el avance de algunas tecnologías depende fuertemente de su aceptación social, que en caso negativo carecerían de demanda en el mercado mundial de consumidores.

Éticamente, hoy más que nunca la tecnología debería caracterizarse por su transparencia, por su aceptación a someterse al debate público, y a las regulaciones legales de cada país. El antiguo temor de que las máquinas terminen dominando al mundo, está más presente que nunca: ahora con las tecnologías emergentes. Y con intención o sin ella, están colaborando a que esto sea realidad.

Los microporcesadores neuromórficos dotados cada vez de mayor velocidad y autonomía, harán posible a mediano plazo, maquinas tan inteligentes como el ser humano. Y de allí, a superarlo, habrá un corto camino. Al-Rodhan parafraseando a Marvin Minsky (científico cognitivo, filósofo e investigador del MIT en Inteligencia Artificial) dice que, si bien los nuevos productos tecnológicos son muestras palpables del agudo ingenio humano, “por otra parte estos logros terminarían por convertir a la humanidad en mascotas de las máquinas”. (Al-Rhodan, 2015).

La tecnología depende hasta nuestros días de la voluntad y conocimientos del ser humano. Sin embargo, surge una pregunta de mucha actualidad: ¿Llegará el momento en que la tecnología alcance un desarrollo autónomo? De ser así, otras serían las leyes que gobernarían su evolución, independientemente de las que atañen al ser humano. Al menos, todo indica que aún hay tiempo de prever ese siguiente paso, de acuerdo con las intenciones humanas (Feenberg, 2003)

Siguiendo a Hronszky (1998), en la década de los ochentas del siglo pasado se introdujo en Alemania el tema de la responsabilidad a largo plazo de la tecnología y los productos derivados de ella. Posteriormente en los Estados Unidos se dio inicio a una evaluación formal de las tecnologías, con su respectiva base legal e institución federal encargada de ejecutarla: la Oficina de Evaluación de la Tecnología.

La filosofía general tradicional por su parte, ha mantenido desde mucho tiempo una visión pesimista acerca de la responsabilidad que pudieran asumir los ingenieros cuando desarrollan nuevas tecnologías. La *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (2013) citando a Jonas (1984), señalaba sus reclamos para que la tecnología tenga una ética propia, en la cual la responsabilidad sea su elemento fundamental, debido a que nunca antes como en su tiempo, la humanidad ya era capaz incluso de desaparecer su hábitat y autodestruirse.

Con respecto al mismo tema, otros filósofos han argumentado que las consecuencias indeseables de algunos productos de la tecnología, en realidad no se derivan de ella misma, sino que más bien deben atribuirse a sus desarrolladores o a sus usuarios, quienes finalmente son los que hacen buen o mal uso de ella. En cuanto a los desarrolladores de tecnología (ingenieros, inventores) recientemente se ha puesto especial énfasis ético en la fase de Diseño; momento en el que aún el nuevo producto está en plena formación, y puede ser moldeado por su constructor de tal manera que sea un elemento amigable con el ambiente, con la sociedad, y no acarree peligros. Sin embargo, se debe tener en cuenta que para el creador de un nuevo producto –por más buena intención que tenga– le es humanamente imposible prever todas las consecuencias (buenas y malas) que ocasione con él.

Se pueden citar diversos casos en los que a un determinado producto tecnológico se le asignó posteriormente una función totalmente ajena para la que fue hecho, o simplemente se hizo un uso incontrolado del mismo. Por ejemplo, la dinamita inicialmente elaborada por Alfred Nobel para ser utilizada en construcciones y

minería, terminó siendo utilizada como arma terrorista. Igualmente, con alarmante frecuencia se ve que algunos juegos electrónicos o informáticos que fueron creados con fines de fugaz entretenimiento, terminaron generando niños ludópatas. No obstante estos riesgos, si se tiene en cuenta que la tecnología es en buena medida la responsable del progreso y de mejorar la calidad de vida de la humanidad, tiene aun una apreciación positiva de la sociedad.

2.2 Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Smith. (2015) presentó en la Western University (Ontario, Canadá) su tesis para obtener el grado de Magister en Educación, titulada *El aprendizaje del ingenio humano dentro de un Programa de Educación Ambiental Formal*: Se trata de un estudio de casos, de dos programas secundarios, cuyo objetivo general fue determinar cómo las escuelas de Ontario (Canadá) estaban encauzando la capacidad de solución de problemas de los niños de las escuelas de su muestra. Se trata de una investigación de enfoque Cualitativo, que tuvo como instrumentos de recolección de datos Cuestionarios, Observaciones y Entrevistas.

Como principal resultado, Smith menciona que el aprendizaje de los alumnos para resolver problemas no está siendo eficientemente encauzado por parte de los docentes de las instituciones de la muestra. Concluye su estudio mencionando que los profesores deberían dedicar mucho más tiempo y esfuerzo a las estrategias instruccionales que fomenten en los alumnos la habilidad para solucionar problemas de manera más creativa.

Wang (2013) de la Universidad de California (Estados Unidos), publicó un artículo científico titulado *Ingenio en acción: Conectando la manipulación libre, con los procesos de diseño ingenieril*. Se trata de una investigación de enfoque cuantitativo, con una muestra conformada por 112 grupos de niños visitantes (286 niños en total).

Los instrumentos utilizados para recolectar datos fueron las Observaciones y Entrevistas con los niños. Dos fueron los principales resultados: 1) Todos los grupos de niños visitantes, con excepción de uno, mostraron comportamientos ingenieriles. 2) La facilitación y la colaboración estuvieron positivamente correlacionadas con los comportamientos ingenieriles. Wang concluye que el programa *Ingenio en acción* creó un marco de trabajo exitoso de diseños para el aprendizaje de la ingeniería.

Berstein (2010) de la Universidad de Pittsburg (Estados Unidos) realizó su tesis doctoral titulada *Desarrollando fluencia tecnológica a través de la robótica creativa*. Se trata de una investigación de enfoque mixto (Cualitativo - Cuantitativo) cuyos objetivos fueron dos. 1) Explorar si los Diarios de robot (que combinan una currícula de Arte e Ingeniería) pueden soportar múltiples rutas hacia la fluencia tecnológica. 2) Desarrollar y poner a prueba un grupo de instrumentos destinados a medir el desarrollo de la fluencia tecnológica. La muestra estuvo conformada por 7 niñas de entre 9 y 14 años. Y como instrumentos de recolección de datos, la autora utilizó la Pre y Post Entrevista a profundidad.

En los resultados, menciona que se dieron dos modelos distintos de compromiso con los Diarios de robot: Un enfoque desde la ingeniería (caracterizado por centrarse en la estructura y funcionamiento del robot), y un enfoque artístico (caracterizado por centrarse en la capacidad representacional del robot). El trabajo de Berstein concluye que: 1) La habilidad para promover múltiples niveles de participación, es una cualidad importante en un taller destinado a ampliar el compromiso con las actividades de exploración tecnológica. 2) Las mediciones pre y post estudio, sugieren cambios en los niveles de confianza y –en menor medida– en el de conocimiento. 3) Este estudio tiene implicancias en el diseño de ambientes de aprendizaje destinados a promover la fluencia tecnológica.

Antecedentes Nacionales

No se ha encontrado investigaciones que puedan ser mencionadas como antecedentes válidos sobre este tema en nuestro país.

2.3 Bases teóricas

Teoría Psicológica que sustenta el programa PEPIT-2020

De las diversas teorías psicológicas consultadas, la **Teoría Triárquica de la Inteligencia** planteada por Sternberg (1985) es la que aquí se ha considerado como la principal para desarrollar el presente programa, y la que mejor permite el entendimiento del ingenio tecnológico propiamente dicho, a juicio de la autora de esta investigación. Dentro de dicha teoría, se consideran tres tipos de inteligencia: la Práctica, la Analítica y la Creativa. Las tres estructuran un sólido cimiento para la construcción del Programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020) aquí aplicado, permitiendo incluso entender mejor las implicancias del ingenio tecnológico.

La Inteligencia Práctica es para Sternberg la que hace posible captar, entender, y manejar los problemas de la vida diaria. Es la inteligencia que no solamente permite la adaptación al entorno, sino que además nos hace capaces de modificar ese entorno o situación desafiante con el fin de lograr un objetivo. Se trata del aspecto contextual de la inteligencia humana. (Sternberg, 1985, citado por Neill, 2007). Un hecho importante tomado en cuenta durante la construcción del Programa PEPIT-2020, es el planteamiento que hace Sternberg para entender este tipo de inteligencia: propone tomar distancia del tradicional enfoque psicométrico, y más bien revalorar la ejecución, el desempeño y el rendimiento de la persona en el mundo real. Ese justamente ha sido el caso del Programa PEPIT-2020 aquí diseñado y aplicado, puesto que a los estudiantes participantes se les dio una serie de dispositivos sencillos para que los modifiquen (es decir, los mejoren).

La Inteligencia Analítica (llamada también Componencial) es aquella que implica guardar información para luego trabajar con ella, esto es, procesarla según las necesidades y objetivos que se tengan que alcanzar. Es la utilización de nuestros recursos cognitivos. Para el caso del Programa PEPIT 2020, este tipo de inteligencia entra en juego cuando el participante conoce y adopta las diversas estrategias psicodidácticas impartidas en las sesiones instruccionales, y posteriormente pasa a aplicarlas una vez que llega el momento de recurrir al ingenio tecnológico para imaginar, diseñar, y construir un determinado producto-solución. Se aprecia entonces, que la Inteligencia Analítica hace factible una adecuada toma de decisiones que traerá como consecuencia, la generación de la respuesta precisa para el estímulo presentado.

La Inteligencia Creativa (llamada también Experiencial), es para Sternberg, aquella que permite aprender de la experiencia. La que hace posible que el ser humano sea capaz de resolver problemas nuevos, recurriendo al repertorio de conocimientos almacenados en su memoria, para a partir de allí, establecer diversas relaciones, buscando similitudes o hechos familiares que le permitan afrontar con éxito los desafíos novedosos. La constante repetición de estos ejercicios mentales, hace que al final la persona actúe de manera automática ante un hecho imprevisto, apelando a su intuición. El Programa PEPIT-2020 planteó constantes desafíos a los participantes, quienes hacían uso de los ejercicios presentados en las primeras sesiones, cuando se ensayaron en dar respuestas asociando cualidades, como por ejemplo, dibujar un objeto blanco, largo y rígido, o hacer una lista de objetos cuadrados, flexibles, y verdosos. Posteriormente, estos ejercicios les sirvieron para superar diversos obstáculos que se les presentaron durante el proceso de construcción de sus productos-solución. Es decir que, su inteligencia creativa / experiencial, entró también en juego, cuando tuvieron que recurrir a su experiencia, aquella que ganaron en las primeras sesiones de adiestramiento.

Otras teorías que complementan la estructuración del programa PEPIT-2020

Una teoría también tomada en cuenta en esta investigación, fue la **teoría de las Inteligencias Múltiples** (Gardner, 1983), revisada y revalorada por Newcombe & Frick (2010), especialmente en lo relacionado con la **Inteligencia Espacial**. Dichas investigadoras manifiestan que una aplicación importante de esta inteligencia se puede ver en las actuales políticas educativas y curriculares conocidas como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemática, por sus siglas en inglés). Newcombe & Frick anotan que hay suficiente evidencia para considerar que esta habilidad mental puede ser mejorada por medio de la educación: “Resulta que personas consideradas competentes espacialmente, no llegan a ser tan competentes como pudieran serlo; y gente no tan competente en este aspecto, puede alcanzar altos niveles de rendimiento espacial” (Newcombe & Frick, 2010, p. 103). En ese sentido, el pensamiento ingenieril es estimulado en las sesiones del Programa PEPIT-2020 invitando a los participantes a concebir soluciones a través de imágenes mentales dinámicas que les permitan visualizar objetos tridimensionales realizando determinadas funciones.

La teoría de la **Inteligencia Fluida y la Inteligencia Cristalizada**, planteada por Catell (1963) también fue consultada para la elaboración del programa PEPIT-2020. De ambas, cobra especial relevancia para el PEPIT-2020, la **Inteligencia Fluida**, entendida como la capacidad de pensar lógicamente para poder superar diversos obstáculos, independientemente del conocimiento que se tenga. Esto incluye la habilidad de identificar patrones y relaciones que subyacen en cada problema nuevo, y de extrapolar esos hallazgos usando la lógica. (Bergland, 2013). Es así que el programa PEPIT-2020 se estructuró como una secuencia graduada de estrategias psicodidácticas orientadas a generar soluciones prácticas aplicando la lógica, detectando rasgos recurrentes en cada problema nuevo, sin esperar a que sobrevenga algún “flash inventivo”. Catell afirma que la inteligencia fluida es una facultad independiente de la experiencia, y que su utilidad se pone de manifiesto cuando se

deben diseñar estrategias para solucionar problemas (Cherry, 2016), como fue el caso del programa aquí aplicado

Finalmente, merecen mencionarse los enfoques teóricos de Bray (2013), Homer-Dixon (1995), y Petrina (2007). Bray resalta una particularidad interesante: el **aspecto metafórico del ingenio**, que es –en efecto– un recurso del que se vale una persona cuando se propone encontrar alguna solución ingeniosa. Las metáforas son asociaciones libres que se hacen entre elementos que comparten alguna similitud de significado para sustituir a uno por el otro en una misma estructura. Con este recurso es posible no solo entender mejor cualquier problema, sino además imaginar, diseñar, y generar soluciones prácticas. En ese sentido, Bray ratifica que las metáforas abren muchas ventanas para apreciar nuestros problemas desde diversos ángulos.

Por su parte, Homer-Dixon (1995), afirma que el ingenio humano es usualmente tan abundante, que difícilmente es visto como una habilidad trascendente, siendo mas bien percibido como algo obvio. Petrina (2007), considera que el ingenio resulta de una dinámica entre fuerzas biológicas y ambientales (o culturales). Por lo que es factible de ser enseñado y aprendido.

Teorías que dan sustento a la Prueba EMIT-2020

Para este aspecto de la investigación, se hizo una revisión de las **Teorías de los Tests**, concordando con Muñiz (2010), quien resalta la importancia de llevar a cabo tal indagación. En ese orden de ideas, es oportuno mencionar la **Teoría Clásica** de los Tests, en cuanto a que ella valora la puntuación empírica, entendida como basada en la experiencia, en la práctica, antes que guiada por suposiciones. Son los sentidos del observador los que perciben cada elemento tangible, y lo valora.

Por otro lado, la **Teoría de respuesta al ítem** (TRI), ha permitido el diseño del Instrumento EMIT-2020 en lo relacionado con los factores que configuran dicha prueba, Por una parte, se ha tomado en cuenta la unidimensionalidad de los ítems,

es decir que cada elemento de la prueba solo está destinado a medir un único rasgo del producto-solución construido por los estudiantes. Y en segundo lugar, se ha tomado en cuenta la hipótesis relacionada con la autonomía que tiene cada ítem, a fin de que un aspecto que se mide, no sea condicionante de otro (Grajeda, 2018).

Por último, en lo que respecta a las propiedades psicométricas de los tests, es pertinente mencionar que para la construcción de la EMIT-2020 se tomó en cuenta el estricto cumplimiento de requisitos como la Validez, Confiabilidad, y Estandarización del instrumento. La validez, entendida como el alto grado de precisión con el que el instrumento debe medir la variable para la que fue construido (alejada de otros detalles). La confiabilidad, referida al alto grado de igualdad en sus resultados, cuando es aplicado repetidamente sobre la misma muestra. Y la estandarización, que alude a las condiciones, contexto, y realidad concreta en la que el instrumento es aplicado e interpretado. (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

En cuanto a las teorías psicológicas que dan sustento a la Prueba EMIT-2020, se ha tomado en cuenta la **Teoría Conductual**, y dentro de ella, la Teoría del Condicionamiento Operante (Skinner, 1969) quien plantea que la conducta es la respuesta emitida por el organismo, la cual es mantenida por las contingencias del entorno. Dentro de la mecánica generada por esta teoría, están los **Registros de Observación**, y para este caso concreto, el llamado **Registro de Productos Permanentes**.

Este tipo de registro es concebido como la verificación detallada de los frutos o resultados tangibles y duraderos generados por las conductas de los sujetos de la muestra, que en esta investigación son los productos-solución elaborados por los estudiantes que participaron en el Programa PEPIT-2020. Cabe mencionar que estos registros detectan eventos terminales, evidencias físicas, consecuencias concretas y palpables generadas por la conducta objetivo. La ventaja de este tipo de registros es que permiten una medición directa, sencilla, y precisa, además de no ser necesaria la

presencia del observador en el momento preciso en que se emite la conducta, como lo evidencian y demuestran los primigenios trabajos realizados por Bandura y Walters (1976).

Diversas estrategias para estimular el ingenio tecnológico

El Instituto de Tecnología de Massachusetts (USA) dio inicio desde 2017 a un proyecto educativo piloto llamado *La Nueva Transformación Educativa en Ingeniería*. (NEET, por sus siglas en inglés). Mediante este programa, caracterizado por ser interdisciplinario e interdepartamental, se pretende formar a los nuevos estudiantes de ingeniería desde un enfoque educativo y psicológico novedoso, que consiste en hacer uso de once aproximaciones cognitivas que con frecuencia usan los tecnólogos ingeniosamente exitosos, como se puede apreciar en la Tabla:1:

Tabla 1*Las once formas de pensar – NEET*

Tipo de pensamiento		Descripción resumida
1	Hacer	Inventar. Hacer artefactos y sistemas nuevos que satisfagan necesidades y generen valor. Crear nuevos conceptos.
2	Descubrir	Hacer avanzar el conocimiento a través de la exploración y la generación de nuevos aprendizajes, empleando la investigación científica.
3	Habilidades interpersonales	Comprometerse en entender a los demás. Liderar equipos y trabajar en ellos. promoviendo la alternancia del liderazgo. Saber trabajar en red
4	Habilidades y Actitudes personales	Tomar la iniciativa. Actuar con ética, autoconfianza, integridad y flexibilidad. Estar dispuesto a aprender siempre.
5	Pensamiento creativo	Incubar ideas nuevas y valiosas. Verificarlas.
6	Pensamiento sistémico	Predecir el surgimiento del todo, por el análisis previo de sus partes, tomando en cuenta su complejidad y ambigüedad.
7	Pensamiento metacognitivo y crítico	Establecimiento del valor de algo, mediante el análisis y la evaluación de la información con que se cuenta (observada, experimentada o comunicada)
8	Pensamiento analítico	Trabajar de manera sistemática y lógica, para desglosar los hechos, identificar causas, anticipar resultados, y resolver problemas.
9	Pensamiento computacional	Utilizar la computación para entender los sistemas sociales, biológicos y físicos, aplicando los constructos fundamentales de la programación computacional.
10	Pensamiento experimental	Llevar a cabo experimentos para obtener datos, seleccionar medidas, y determinar procedimientos para validar los datos. Formular y contrastar hipótesis.
11	Pensamiento humanista	Desarrollar un amplio conocimiento de la sociedad humana, sus tradiciones e instituciones. (Cultura, política, economía, sistemas de pensamiento) Aprovechar tal conocimiento.

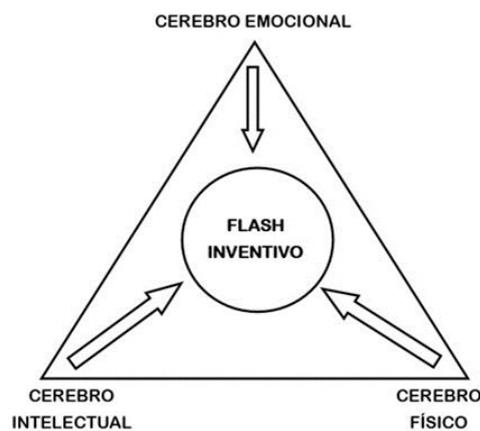
Berstein (2010) por su parte, sostiene que hay tres hábitos que favorecen el desarrollo del ingenio tecnológico (“fluencia tecnológica”, en sus palabras):

- 1) Pensar en la tecnología no como un fin, sino como una herramienta.
- 2) Tener motivación para comprometerse en diversos procesos de diseño.
- 3) Confianza en las propias capacidades para participar activamente en la innovación tecnológica.

Thrinf & Laithwaite (1977), aseveran que para que se genere una buena invención debe producirse un trabajo integrado de tres “cerebros”. Una parte esencial es la concepción que puede llevar a diseñar un dispositivo (mecánico, eléctrico, electrónico), Otra parte es el fuerte sentimiento de querer hallar una solución para una determinada dificultad humana. Y finalmente, está la parte del conocimiento de cómo funcionan las cosas en el tiempo y en el espacio. Véase la Figura 1.

Figura 1

Triángulo de la inventiva humana, propuesto por Thrinf & Laithwaite (1977),



Gadd (2011) mas bien puntualiza que la popular técnica de lluvia de ideas o *brainstorming*, no siempre resulta eficaz para resolver un problema práctico. Más aún si se trata de diseñar y construir dispositivos de alta complejidad. En ese mismo orden de ideas, Goldenberg y Mazurski (2002) citados por Barak (2004), reportan que la mayoría de los grupos de *brainstorming* con los que ellos habían trabajado, no

generaron mejores ideas que los grupos de control, en los que los individuos habían trabajado aislados. También reportaron que la calidad y originalidad de las soluciones eran inferiores a las generadas por los individuos que trabajaban aislados. Complementariamente, estos investigadores aseveran que una solución ingeniosa no pasaba necesariamente por proponer una enorme cantidad de ideas, sino por mantener un “pensamiento enfocado” (Barak, 2004).

En lo que respecta al pensamiento de tipo lateral o divergente, también se han encontrado conclusiones en el sentido que aquel no siempre es el ideal para desarrollar el ingenio tecnológico de una manera sistemática. Por ejemplo, Barak (2004) asevera que un “pensamiento desordenado” no es precisamente la mejor manera de generar ideas ingeniosas. Señala que la relación entre pensamiento divergente y soluciones ingeniosas, no es significativa.

Boyd (2013), afirma que para producir soluciones ingeniosas no hay necesariamente que pensar “fuera de la caja mental” que uno tiene, sino por el contrario, trabajar dentro del mundo con el que uno está familiarizado, y utilizar un grupo de técnicas que sean aplicables para todo tipo de problema. La sustracción, la unificación, la multiplicación, la división, y la dependencia, forman la base del Método SIT (Pensamiento Inventivo Sistemático, por sus siglas en inglés) que se apoya en dos ideas: a) Reentrenar al cerebro en la manera que piensa cuando tiene ante sí un problema que necesita solucionar, y b) Aplicar el concepto de “mundo cerrado”.

Para Boyd, el primer paso consiste en afrontar un problema esbozando al inicio una solución abstracta, conceptual; diseñando la configuración más adecuada para un determinado beneficio. Partir del problema hacia la solución, y no de la solución hacia el problema. El segundo paso (concepto de “mundo cerrado”) consiste en buscar la solución más simple, la que está más cerca de nosotros, aquella que de alguna manera es familiar al problema. No “volar” demasiado con el pensamiento solo por el hecho de creer que lo ingenioso siempre tiene que ser algo “loco” o que

necesariamente tiene que romper esquemas mentales. Es así que el incremento del ingenio tecnológico debe apoyarse mas bien en un programa sistemático que vaya más allá del acostumbrado estímulo del pensamiento divergente y de la popular lluvia de ideas.

Otro punto que debe tenerse en cuenta en lo relacionado con los hábitos y cualidades que favorecen el ingenio tecnológico, es el aspecto de la automotivación, el interés personal por resolver problemas prácticos que uno tiene por delante. Reportes como los de Hennessey y Amabile (1998) aportan evidencias en el sentido de que el ingenio tecnológico se estimula más cuando las recompensas no vienen de afuera, sino mas bien son intrínsecas. Rol importante en la estimulación del ingenio tecnológico y la inventiva, también cumplen la manipulación libre de objetos, la serendipia, y las actividades aleatorias (Kantorovich, 1993; citado por Barak, 2004).

Cabe resaltar que todos estos recursos y estrategias orientadas a incrementar el ingenio tecnológico, son de crucial utilidad para los estudiantes de los primeros ciclos de ingeniería, porque están en la base de su formación académica. Dreyfus & Dreyfus (1986), citados por Barak, 2004, han enfatizado que la adquisición de habilidades cognitivas es siempre un proceso continuo y acumulativo. Únicamente cuando la persona se vuelve experta, ya puede ser capaz de desarrollar sus propios métodos, y actúa intuitivamente, ajustándolos de manera automática según los desafíos que les traiga cada problema.

La inercia psicológica como barrera del ingenio tecnológico

Kowalick (1998), define a la inercia psicológica como la forma invariable que tenemos los seres humanos para actuar de cierta manera ante determinados estímulos, debido a que tales actitudes fueron impresas de manera indeleble en nuestros cerebros. La consecuencia lógica de este proceder, es la poca o nula disposición a cambiar, a abrirnos hacia rutas alternativas cuando tenemos ante nosotros un determinado problema. Es la fuerza de los hábitos.

La inercia psicológica es un lastre que con bastante frecuencia impide el desarrollo del ingenio tecnológico y la inventiva en general. Porque para imaginar, diseñar, y construir un producto-solución, por lo general se debe pensar en resolver un problema concreto con ingenio. Y esto último exige ser práctico, realista, y a veces salirse de lo impuesto por las teorías clásicas.

Kowalick (1998), incluso va más allá, argumentando que muchas veces los avances científicos son lentos debido justamente a la inercia psicológica de los propios científicos, puesto que la comunidad académica – siempre celosa de su viejo ramillete de teorías standard- actúa (tal vez involuntariamente) como una especie de “guardiana del statu quo”, mirando con desdén los nuevos descubrimientos o inventos, y exigiendo una y otra vez más y más evidencias antes de aceptar las tendencias alternativas o las tecnologías emergentes.

La inercia psicológica adopta variadas formas de comportamiento, algunas veces muy sutiles cuando se trata de poner en juego el ingenio tecnológico. Por ejemplo, al pensar en un objeto, por la fuerza de la inercia, de inmediato se lo asocia con un determinado material. “Puerta” la mayoría de veces va a ser asociada con madera o metal. Y más escasamente con cartón, plástico, Nordex, o vidrio. Esta costumbre limita las posibilidades de solución inventiva de un problema dado.

Otra forma en que se manifiesta la inercia psicológica es respaldarnos cómoda y ciegamente en la opinión de los gurús de tal o cual rama del conocimiento. Por ejemplo, “lo asegura Marvin Minsky” (en inteligencia artificial), “lo afirma Jean Piaget” (en psicología infantil), o “lo niega Steve Jobs” (en tecnología informática). Y así se cierran para siempre las puertas a cualquier otra posibilidad de solución. Igual sucede cuando imaginamos los objetos siempre de la misma forma. Si piden dibujar un vaso, de inmediato uno lo hace cilíndrico, nunca como un prisma o un cubo. Sin embargo, con estas últimas formas talvez sería posible solucionar algún problema de manera ingeniosa. También es habitual que solo se tomen en cuenta los rasgos relevantes de

un problema, y no esos pequeños detalles que aparentemente pueden carecer de importancia. Sin embargo, no es extraño que el color de los objetos, su forma, o incluso su olor sean determinantes para solucionar un problema. Aquí también interviene el hecho aplicar el ingenio no solo mirando el objeto problema, sino manipulándolo, presionándolo, pesándolo, frotándolo, oyéndolo.

Igualmente sucede que, por inercia mental, muchas veces se aceptan como válidos todos los datos que se dan acerca de un problema. Pocas veces el potencial solucionador verifica cada detalle, para confirmar su veracidad. Un dato falso o inexacto puede convertir un problema sencillo en uno casi imposible de solucionar Señala Kowalick (1998), que las sutiles manifestaciones de este tipo de inercia son muchas veces difíciles de observar, puesto que emergen de manera subconsciente en los sujetos encargados de afrontar un desafío ingenieril. Pero allí están, y es tarea de esta investigación ayudar a superar dicho freno mental a través del programa de estrategias psicodidácticas para incrementar el ingenio tecnológico de un grupo de estudiantes universitarios.

El Ingenio tecnológico desde otros enfoques

El enfoque educativo de la Maker Education. Se trata de un enfoque educativo de difusión creciente en el mundo actual, que se desprende del llamado *Movimiento Maker*, inspirado en las propuestas de John Dewey, Jean Piaget, y María Montessori (Martinez y Stager 2013, citados por Yu-Chang, Baldwin y Yu-Hui, 2017). Este enfoque retoma ideas ya conocidas, como la de aprender activamente, construyendo saberes, dentro de un ambiente propicio para estimular tales condiciones. Lo que se busca con la *maker education* es animar a los estudiantes a imaginar, diseñar, y construir cosas, ayudados por las herramientas artesanales y tecnológicas con las que hoy se cuenta.

Siguiendo a González y Aller (2018), el *Movimiento Maker* se distingue por lo siguiente: Estimula el ingenio tecnológico; no está motivado por intereses

comerciales; predomina el gusto por hacer cosas, individual o colectivamente, y luego compartir los detalles de lo logrado; promueve la integración de los hacedores a nivel mundial; se adhiere al antiguo movimiento DIY (“Hágalo usted mismo”, por sus siglas en inglés); y tiene vinculación directa con la solución de problemas reales, recurriendo para ello a la estrategia educativa STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte, y Matemáticas, por sus siglas en inglés).

Gershenfeld (2007) afirma que el hecho de *hacer* convierte al aprendizaje en una actividad humana más relevante y productiva, puesto que tiene por delante el objetivo de crear un producto para solucionar un problema, y no el tradicional objetivo abstracto que se usa como pretexto para aprender algo que tal vez nunca se aplique en el mundo real. Por otra parte, la educación de hacedores motiva mucho más a los estudiantes, quienes descubren “cómo son las cosas por dentro”, y cómo funcionan. Es decir, hacen tecnología, y no se limitan al consumismo tecnológico (Kafai et al, 2014). Los hacedores ganan en experiencia, conviven en ambientes interdisciplinarios, se enseñan entre ellos, practican la iteración, y valoran especialmente los errores bajo la noción de que ellos forman parte fundamental para el éxito de sus proyectos.

El enfoque neurocientífico del ingenio tecnológico. Siendo la habilidad más importante para la generación de soluciones prácticas y utilitarias, especialmente en el vasto mundo de la tecnología, llama la atención que hasta la actualidad haya sido poco estudiado y por lo tanto poco entendido desde el punto de vista de su dinámica neurofisiológica. Dentro de esta realidad, cabe destacar, sin embargo, la investigación llevada a cabo por Hao Zhang; Jia Liu; y Qinglin Zhang (2014) en la que reportan que utilizando un escaneador de imágenes dinámicas por resonancia magnética (MRI) registraron diversas tareas de asociación de rasgos funcionales con el fin de detectar la posible existencia de substratos neurales involucrados en la generación de ideas ingeniosas.

Los resultados generados por el MRI revelaron una significativa actividad del área 47 de Brodmann, específicamente en el giro frontal inferior izquierdo, lo cual sugiere que hay una posible relación entre esta zona y las representaciones basadas en la novedad, hechas por las personas participantes en estos estudios. Del mismo modo, el área 18 de Brodmann se relaciona con aquellas imágenes que intervienen en las representaciones semánticas generadas por los sujetos. Estos hallazgos empiezan así a arrojar las primeras luces acerca de los mecanismos neuronales que están detrás de las concepciones ingeniosas.

Para concluir esta parte del estudio, se toman las palabras del Premio Nobel 2,000 de Fisiología Eric Kandel, quien asevera que hoy, en el siglo XXI, los más importantes descubrimientos y avances relacionados con la psique humana no provienen precisamente de la Psicología en su versión clásica, sino de la innovadora fusión de ésta con la Ingeniería y la Biología. (Kandel 2000, citado por Kaku, 2014)

Inclusión y exclusión del concepto de ingenio

Definiciones. a) Habilidad o talento para idear o combinar / Inventiva / Viveza o aptitud para el diseño o la ingeniería. (Merriam – Webster Dictionary, 2021). b) Facultad del ser humano para discurrir o inventar con prontitud y facilidad. (Diccionario de la Real Academia Española, 2021). Se dice que la palabra *Ingenio* proviene de dos raíces latinas. La primera sería *<ingenium>* que significa “poder mental”. En algunos idiomas como el inglés, *ingenio* tiene como equivalente a *inventiva*. (Lienhard, 2003). De los diversos autores consultados que figuran en las referencias de esta investigación, se puede condensar aquí la definición de ingenio como *aquella habilidad del ser humano para encontrar soluciones prácticas a sus problemas cotidianos*.

De acuerdo al *Online Etymology Dictionary*, el término “ingenio” aparece por primera vez en su versión francesa *<ingenuité>* alrededor del año 1590, significando originalmente “honor, o nobleza”. La segunda raíz latina sería *<ingenuitatem>*, que aparece con el significado de “hombre nacido libre”. En su acepción inglesa, ocurrió

una confusión en el siglo XVII entre los términos *<ingenious>* (talentoso) e *<ingenuous>* (cándido), y así finalmente “ingenuity” (capacidad para inventar o construir). equivale al término español “ingenio”. (Online Etymology Dictionary, 2017)

Contrastes entre Ingenio, Creatividad, e Innovación. El ingenio se distingue por ser una habilidad humana que apunta básicamente a solucionar problemas. En el ingenio no destaca necesariamente el sentido de originalidad o novedad. La innovación mas bien se distingue por mejorar algo ya existente, introduciendo de paso alguna novedad; ya sea un método, un recurso, o un dispositivo. (Ferguson, 2014). La creatividad, por su parte, apunta a generar ideas originales, alternativas a lo conocido, que pueden o no ser la solución a un problema (Franken, 1993). Se desprende que la existencia de un problema no es condición indispensable para que ella se genere. La creatividad puede darse simplemente por razones estéticas, artísticas, o por una personal satisfacción de quien la concibe.

Arnold (2014), comenta que el ingenio ha sido desde hace mucho tiempo eclipsado por la creatividad por ser esta más cautivante y seductora que aquél. La creatividad es característica de las grandes obras de los pintores y compositores famosos. El ingenio ha sido mucho tiempo ignorado por quienes se ocupan del estudio de la mente. Afirma este investigador, que la creatividad está más empoderada en las artes visuales y escénicas. Ella aglutina belleza, íconos, colores, sonidos, y coloridas imágenes. La creatividad mueve más a los sentimientos por su naturaleza impactante. El ingenio mas bien apunta a lograr productividad, al estar vinculado más estrechamente con la tecnología y las máquinas.

Véase la Tabla 2 para distinguir el contraste de estos tres términos.

Tabla 2*Distinción entre tres conceptos comúnmente asociados*

Ingenio	Creatividad	Innovación
Habilidad para generar soluciones prácticas a problemas concretos. Prevalece lo utilitario antes que lo original o novedoso.	Habilidad para generar ideas originales y novedosas. No prevalece lo utilitario.	Cambio que introduce novedades. Proceso de convertir nuevas ideas en bienes o servicios que satisfagan necesidades específicas de los clientes.

Nota. Definiciones condensadas de diversas fuentes, como APA, Homer-Dixon, Bray, Petrina, y diccionarios especializados.

El Ingenio aplicado a la Tecnología

De los diversos autores consultados, se puede definir al ingenio tecnológico, como aquel tipo de ingenio que permite al ser humano idear, diseñar, y construir soluciones tecnológicas, o mejorar las ya existentes. De acuerdo a la Enciclopedia Britannica (2014), el término “tecnología”, que da lugar a “tecnológico”, es una combinación de los vocablos griegos *technê* (arte, manufactura) con *logos* (palabra, discurso). Es decir, que originalmente en Grecia lo tecnológico estaba referido al “discurso sobre las artes y las manufacturas”. Posteriormente aparece su versión inglesa en el siglo XVII, siendo utilizado tal vocablo como un medio de discusión limitado únicamente a las artes aplicadas. Sin embargo, paulatinamente estas “artes” en sí mismas terminaron convirtiéndose en el objeto mismo de tal designación.

Ya para inicios del siglo XX el término comprendía un rango creciente de medios, procesos, e ideas, en adición a las herramientas y a las máquinas. (Enciclopedia Britannica, 2014). Nuestra capacidad de pensar empezó a desarrollarse en la medida que hacíamos más y más cosas, cada vez más sofisticadas. A decir de Lienhard (2003), es gracias al ingenio tecnológico que nuestros cerebros ganaron en complejidad. Es por tal hecho que no deberíamos llamar a nuestra especie *Homo*

Sapiens, ("el que sabe") sino más bien *Homo Technologicus*, ("el que hace cosas"). porque es lo que realmente somos.

Ingenio tecnológico y "Milagro Coreano"

Es oportuno mencionar el crucial rol que tuvo el ingenio tecnológico dentro del llamado "milagro coreano". En ese país del lejano oriente, inicialmente se promovió la transferencia de tecnología extranjera. Primero se adquirieron plantas industriales y maquinaria. A continuación, se difundió masivamente la tecnología importada en las industrias nacionales. Se asimiló, adaptó, y mejoró la tecnología que llegó al país. Finalmente, Corea se enrumbó hacia la meta de tener una tecnología propia. (Kim, 1997) La escasez de recursos naturales fue más bien un fuerte estímulo para los coreanos, porque los forzó a desarrollar su ingenio tecnológico.

La disciplina también se constituyó en un elemento básico al lado del ingenio tecnológico. Disciplina en el hogar, en la escuela, y en la empresa. El territorio de Corea solo llega a los 99,000 kilómetros cuadrados. (El territorio peruano tiene más de un millón de kilómetros cuadrados). En Corea viven más de 50 millones de habitantes, y solo un tercio de su territorio es habitable o cosechable, debido a sus severos inviernos y a sus terrenos montañosos. Estas circunstancias obligaron a los coreanos a desarrollar su ingenio tecnológico, acompañado de un estilo de vida basado en la disciplina (Kim, 1997).

Ingenio tecnológico y progreso taiwanés

Experiencias similares han venido ocurriendo en otros países del Asia, como por ejemplo en Taiwán, donde las empresas dedicadas a la alta tecnología gozan de un amplio apoyo de su gobierno contando incluso con un Ministerio de Ciencia y Tecnología y tres entes estatales ejecutivos: En dicho país. el Instituto de Investigaciones sobre Tecnología Industrial, el Laboratorio Nacional para la Investigación Aplicada, y el Instituto para la Industria Informática, han venido promoviendo el progreso de Taiwán en el aspecto tecnológico. A este propósito se

aúna el apoyo a la investigación que se logra mediante el establecimiento de parques científicos, y la exploración constante de nuevas tecnologías. (Ministerio de Relaciones Exteriores de Taiwán, 2016). Cabe agregar que Taiwán destinó para el año 2016 el 19.5% de su Presupuesto Nacional, a la Educación, la Ciencia y la Cultura. Por su parte, Corea del Sur también cuenta con un Ministerio denominado de Educación, Ciencia y Tecnología.

Situación del ingenio tecnológico en el Perú

El ingenio tecnológico peruano ha perdido grandes oportunidades para incrementarse y masificarse en diversos momentos de su historia. Uno de los hechos más patéticos es el que se menciona a continuación: Entre los años 1907 y 1908, el ingeniero peruano Juan Grieve Becerra construyó el primer automóvil peruano con motor de combustión interna, a gasolina (uno de los primeros en América Latina). Construyó el motor, el chasis, la transmisión y el diferencial. Lo único que trajo del extranjero fue el carburador y la bujía de encendido (Bosch). El costo total del auto fue de 300 libras, la mitad de lo que costaban los autos europeos similares. Su rendimiento fue comparado por los especialistas de la época como el de un Renault o un Brassiere (los mejores coches de principios del siglo XX).

El Ingeniero Grieve pidió apoyo del Estado peruano, pero le fue negado. El presidente de la época (Augusto B. Leguía) afirmó: “nosotros necesitamos productos de países avanzados, y no experiencias con productos peruanos” (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2010. p. 65). Así fue como el Perú perdió la gran oportunidad de crear una industria automotriz propia, tal como lo hizo Henry Ford en los Estados Unidos o como lo hicieron dos hermanos coreanos recién en el año 1958. El colonialismo mental del presidente de turno lo impidió.

El ingenio tecnológico peruano ha tenido personajes históricos destacados, como es el caso de Pedro Paulet Mostajo y Pedro Ruiz Gallo, quienes en su momento

imaginaron, diseñaron y construyeron artefactos sumamente novedosos y de prestigio mundial. Pedro Paulet es reconocido mundialmente como el inventor del motor de combustible líquido, y el desarrollador del primer sistema moderno de propulsión de cohetes. Fue el propio director de la NASA (Administración Nacional Aeronáutica y del Espacio) – Wernher von Braun– quien, como responsable del primer vuelo tripulado a la luna, reconoció que el ingenio del peruano Paulet ayudó a culminar con éxito dicha misión (Incaland.com, 2008).

Pedro Ruiz Gallo es considerado uno de los precursores de la aeronáutica moderna, pero es más conocido por haber construido un monumental y complejo reloj en el Parque de la Exposición de Lima. Este artefacto tenía nueve esferas y señalaba los días, los años, los meses, las estaciones; las fases de la luna. Izaba el pabellón nacional al mismo tiempo que hacía oír nuestro himno. Esta joya fue sustraída por los chilenos durante la invasión a Lima (Inventar, 2008).

Sin embargo no se trata de esperar pasivamente el surgimiento esporádico y aislado de unas cuantas mentes iluminadas que individualmente impulsen el progreso nacional, sino de **aplicar de manera sistemática** un programa educativo nacional de estímulo y promoción del ingenio tecnológico, con una currícula que incluso empiece con actividades lúdicas desde la educación básica, y que en etapas posteriores se combine con actividades emprendedoras que den como resultado una generación de jóvenes fabricantes, es decir inventores, tecnólogos, e ingenieros, diferenciados de sus antepasados por tener ideas empresariales, con productos patentados y comercializados masivamente.

El caso de los jóvenes peruanos

Encuestas nacionales como las llevadas a cabo por la Organización de Estados Iberoamericanos en el año 2010, revelaron que cerca de las dos terceras partes de los estudiantes limeños no participaban en ferias ni en olimpiadas de ciencias. En este grupo se observó también que los hombres participaban menos que las mujeres.

En cuanto a las obras de ciencia ficción, se apreció que los hombres tenían mayor preferencia por ellas que las mujeres.

En cuanto al uso del internet, los estudiantes manifestaron hacer poco uso para buscar información sobre Ciencia y Tecnología. El 95% de los estudiantes desconocía el nombre de alguna institución vinculada a la Ciencia y la Tecnología. Por otra parte, se observó que el entorno familiar determinaba la orientación educativa y las preferencias académicas de los alumnos de secundaria. (Muestra aleatoria de 1,300 estudiantes (706 mujeres y 594 hombres) de 50 instituciones educativas públicas y privadas de Lima Metropolitana (3°, 4°, y 5° de Secundaria – Año 2010).

Barreras contra el ingenio tecnológico en el Perú

En la misma fuente informativa señalada líneas arriba, se ensayan algunas ideas que tal vez podrían explicar el añejo desinterés y hasta menosprecio oficial por apoyar de manera masiva y sistemática el ingenio tecnológico nacional.

Se mencionan algunas de esas conjeturas:

1) ¿Baja autoestima?

Existe la idea generalizada de que es casi imposible igualar y menos superar en ingenio tecnológico, a los países desarrollados. Eso está muy internalizado en la mayoría de peruanos.

2) ¿Mediocridad?

Es una práctica cotidiana elaborar productos de mediana calidad, con el fin de que se venda rápido y masivamente. No hay un emprendedurismo innovador. Y en el caso de muchas universidades peruanas, con frecuencia se aprecia que se han limitado a repetir una y otra vez lo ya existente, sin innovar.

3) ¿Temor al pensamiento crítico?

Las propuestas ingeniosas por lo general causan escepticismo o incluso rechazo. Hay preferencia por “lo malo conocido”.

4) ¿Desconocimiento?

La clase política y los tomadores de decisiones no provienen del mundo de la Ciencia y la Tecnología; por lo tanto, no entienden su importancia, ni les interesa informarse. No es su campo (los políticos son generalmente abogados, economistas, militares, sociólogos, contadores, etc.). Por eso cuando se les pide apoyo para promover el ingenio tecnológico nacional, reaccionan como si se tratase de “un pedido más” de los miles que reciben. No le dan el valor especial que realmente tiene.

5) ¿Colonialismo mental?

Aún se cree que las mejores ideas, conocimientos, y productos, son los que vienen de afuera. Persiste hasta hoy la perniciosa influencia española, que jamás destacó por cultivar las ciencias.

6) ¿Corrupción?

No es extraño que los grandes tomadores de decisiones tengan como principal objetivo satisfacer su interés personal, antes que promover el desarrollo de la sociedad. (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2010).

Sobre el uso irresponsable del término “tecnología”

Es evidente que mientras unos países dedican todos sus esfuerzos económicos y educativos a promover el ingenio tecnológico, otros (como el caso del Perú) no lo hacen, y son más bien grandes consumidores de tecnología; sobre todo de aquella que sirve como entretenimiento y diversión. (Berstein, 2013) El consumismo de tecnología es con frecuencia confundido con el interés por hacer tecnología. Con pasmosa frecuencia se escucha decir a alguien que “es amante de la tecnología” porque pasa sus días jugando con una tablet o adquiriendo smartphones cada vez que sale una nueva versión.

Ortega y Gasset (1933), observaba que en el medioevo el señor feudal por lo menos veía calmadamente cómo sus vasallos herraban sus caballos, labraban sus tierras, afilaban sus espadas, y molían en sus batanes; pero que el ser humano actual

no ve (ni le interesa) saber cómo funcionan las cosas, y se limita a hacer uso ciego de ellas.

Para gran parte de la población, hablar de ingenio tecnológico es hablar de la habilidad con el manejo de las computadoras, laptops, y celulares, ignorando que más que eso, es un talento que está solucionando problemas a cada instante y en casi todas las actividades humanas. Y no incentivarlo es perjudicial. Investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), afirman que, en los países del Tercer Mundo, el 90% de sus maquinarias complejas son donaciones hechas por países del primer mundo. Lo problemático es que el 80% de esas maquinarias donadas empieza a fallar en un lapso de 6 meses. Recuérdese el dramático caso de varios grandes hospitales públicos peruanos con maquinaria médica inutilizada. (Video: EMTECH, 2013).

Las experiencias del MIT

Es oportuno mencionar la experiencia llevada a cabo por el MIT con el fin de promover el ingenio tecnológico entre los jóvenes estudiantes. Se diseñó un programa extracurricular para que los alumnos inventen cosas. Para ello, se les dotó de una serie de materiales y herramientas. Después de un breve periodo de investigación, vino un lapso de 2 semanas de trabajo. El proceso de diseño incluyó las siguientes actividades: Construcción del prototipo, Críticas de un asesor especialista, Constante documentación de los avances.

Los estudiantes empezaron haciendo bocetos, y diseños. Cada uno de ellos tenía asesores de especialidades muy distintas, como por ejemplo un ingeniero y un psicólogo. Al término de la experiencia, exhibieron sus trabajos ante empresarios, profesores, y especialistas, para su evaluación. Rob Matheson, vocero del MIT, reportaba el gran entusiasmo que se produjo entre los alumnos participantes. Es así que, por ejemplo, uno de ellos declaró que pasar de su aula al centro de invenciones había sido como pasar de la noche al día. (MIT, 2014).

El mismo año 2014, el MIT publicó en su página web un artículo titulado *Una educación de fabricantes.*: Un programa educativo fuera del aula para fomentar la invención tecnológica. Se daban a conocer las características y resultados de un programa cuyo propósito central era enfocar a los estudiantes en la elaboración de proyectos que solucionasen problemas concretos de la vida real, con la asesoría de expertos de diversas especialidades. La muestra estuvo compuesta por 400 estudiantes de High School, y como resultado se obtuvieron 130 nuevos proyectos tecnológicos.

Tres años después, lanzaron un proyecto denominado NEET, en el que promovían en sus estudiantes de ingeniería el interés por desarrollar nuevos sistemas y nuevas máquinas. También reforzarían en ellos los fundamentos de la ingeniería como base de su praxis investigativa y profesional, apoyando el estilo que cada estudiante tenga para aprender, involucrándolos en sus propios aprendizajes. Las propuestas de este plan, constituyeron una útil guía para parte de esta investigación, especialmente en lo que respecta a los nueve talleres del programa PEPIT-2020.

Rol de la Psicodidáctica dentro del Programa PEPIT-2020

La Psicodidáctica es la confluencia de aquella parte de la Psicología que estudia los procesos del aprendizaje con la Didáctica, entendida como el conjunto de métodos y técnicas que buscan facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje. Tal denominación permite reconocer el refuerzo de ambas disciplinas para lograr un mismo objetivo. Siguiendo a Goñi (1996), el vocablo “Psicodidáctica” resulta preferible al de “Psicología Instruccional” o al de “Psicopedagogía”.

No obstante, hay autores como De Corte (2001), que utilizan el término Psicología Instruccional, para referirse al estudio de los procesos y resultados del aprendizaje humano en una variedad de situaciones instruccionales y educativas; de la naturaleza y del diseño de ambientes que resulten apropiados para generar aquellos procesos de aprendizaje que apunten al logro de competencias, y de una disposición hacia un

aprendizaje inteligente y a la solución de problemas de una determinada materia (De Corte, 2001).

En esa misma dirección apunta Marcy Driscoll (2000), estableciendo que la Psicología Instruccional tiene como objetivo acrecentar el aprendizaje, apoyándose para esto en los hallazgos de las investigaciones psicológicas e instruccionales destinadas a resolver problemas y a tomar decisiones acerca de la práctica instruccional (Gagné & Dick, 1983; citados por Driscoll, 2000). La Teoría Instruccional surge cuando los psicólogos instruccionales derivan deductivamente una serie de principios de instrucción a partir de la Teoría del Aprendizaje existente, o también cuando desarrollan inductivamente tales principios a partir de estudios empíricos. Driscoll, citando a Reigeluth (1983), define la Teoría Instruccional como la que propone detectar métodos que generen las mejores condiciones bajo las cuales los objetivos del aprendizaje puedan conseguirse con mayor probabilidad. Para conseguir este objetivo, esos métodos deben ser diseñados desde la teoría del aprendizaje existente, o ser coherentes con ella. (Driscoll, 2000).

Díaz (2009) citado por Ortiz y Piguave (2015) considera que la relación entre la Psicología y la Didáctica es de historia reciente. Recién a principios del siglo XX los aportes de psicólogos como James y Thorndike contribuyeron al avance de la Didáctica. Igual puede considerarse el aporte de Skinner con su diseño de la Máquina de Enseñar. Se debe tener en cuenta que si bien aquella psicología centrada en los procesos de enseñanza - aprendizaje constituyó el punto de partida de la unión con la Didáctica, luego intervinieron otros campos psicológicos, como por ejemplo la Psicología Cognitiva (con sus estudios sobre la percepción, la memoria, el pensamiento, el lenguaje, y la atención). De igual modo, la Psicología General (con sus estudios sobre los procesos afectivos, motivaciones, necesidades, intereses, e inteligencia emocional)

También la Psicología de la Personalidad (con sus planteamientos acerca de la unidad de lo cognitivo con lo afectivo, y la idea del autoconcepto). La Psicología de la Educación también ha dado aportes importantes a la Didáctica (con sus estudios acerca de la relación docente – alumno, la orientación profesional, y los valores) Cabe también mencionar, la serie de hallazgos realizados por la Psicología del Desarrollo (cuando se ocupa de las características de las etapas vitales del ser humano, y la evolución del pensamiento) (Ortiz y Piguave, 2015).

La Psicología aporta a la Didáctica conocimientos esenciales sobre la forma en que se genera el aprendizaje en los alumnos, lo cual permite a los docentes diseñar diferentes actividades de enseñanza. (Ortiz y Mariño, 2012) En el desarrollo histórico de la Pedagogía en general, y en concreto de la Didáctica, es posible apreciar la relación constante que tiene con la Psicología. Las innovaciones didácticas siempre han buscado su apoyo en las diversas corrientes psicológicas de cada época.

Propósitos psicodidácticos del programa PEPIT-2020

- a-** Generar mecanismos de autoconfianza en los estudiantes participantes, para que crean en el valor de sus propias habilidades.
- b-** Estimular la perseverancia, para que no se desanimen ante los fracasos y mantenga el interés en realizar el dispositivo elegido hasta terminarlo.
- c-** Alejarlos de la inercia psicológica. Esto es, inducirlos a que rompan las barreras de su zona cómoda, dentro de la cual solo se han habituado a generar soluciones comunes y poco ingeniosas.
- d-** Ayudarlos a que descubran sus momentos de mejor producción intelectual.
- e-** Sensibilizarlos y motivarlos de manera constante para que busquen y hallen soluciones ingeniosas para el problema elegido.
- f-** Demostrarles que el ingenio tecnológico no es producto de una iluminación psíquica o cualidad intelectual de algunas personas privilegiadas, sino que se puede enseñar, aprender y refinar como cualquier otra destreza.

g- Familiarizar a los participantes con el manejo libre y simultáneo de ramas del conocimiento tan diversas como la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, el Arte, y la Matemática.

h- Apoyar a los estudiantes con técnicas conductuales instruccionales como el Reforzamiento positivo, el Modelamiento, el Encadenamiento, y las Instigaciones verbales, gráficas, y físicas.

i- Cultivar en los participantes, habilidades de soporte como son el autoaprendizaje, el pensamiento crítico, la capacidad de análisis y síntesis, la predisposición a solucionar problemas, y la iniciativa para tomar decisiones.

Revisión de las diversas Taxonomías del aprendizaje

Taxonomía del Aprendizaje de Bloom (1956)

Bloom y sus colaboradores construyeron una taxonomía basada en los dominios cognitivo, actitudinal (afectivo) y psicomotor.

Para Bloom, el aprendizaje pasa por las siguientes fases:

- 1) Conocimiento (recuerdo de la información; dominio de la materia)
- 2) Comprensión (captar el significado de la información)
- 3) Aplicación (uso de la información)
- 4) Análisis (identificar componentes de la información, reconocer significados ocultos)
- 5) Síntesis (generalizar a partir de lo conocido, sacar conclusiones)
- 6) Evaluación (verificar el valor de las evidencias, reconocer la subjetividad)

(Minds Tools Editorial Team, 2016)

Taxonomía del Aprendizaje de Gagné (1972)

Su taxonomía incluye cinco capacidades de aprendizaje: Habilidades intelectuales, estrategias cognitivas, información verbal, actitudes, y habilidades motoras.

Para Gagné, el aprendizaje recorre las siguientes fases:

- 1) Recepción (actitud hacia la información)
- 2) Expectativa (concentración sobre la información – objetivo)

- 3) Registro o pre aprendizaje (almacenamiento pasivo de la información)
 - 4) Percepción selectiva (discriminación activa del nuevo estímulo)
 - 5) Encodificación semántica (clasificación de la nueva información en la memoria, basándose en la experiencia)
 - 6) Desempeño (demostración práctica de lo aprendido)
 - 7) Retroalimentación (reconocimiento de que se ha acertado (o no) con la respuesta. Confirmación de las expectativas)
 - 8) Recuperación (rastreo de la información para sacarla a la superficie)
 - 9) Generalización (recuperación de la información ante circunstancias disímiles)
- (Mergel, 1998).

Taxonomía del Aprendizaje de Anderson & Krathwohl (2001)

Anderson & Krathwohl, plantean una nueva taxonomía basada en una revisión hecha a la categorización original de Bloom.

Fases del aprendizaje según estos investigadores:

- 1) Recordación (recuperar información almacenada en la memoria de largo plazo)
 - 2) Comprensión (construir significados)
 - 3) Aplicación (poner en práctica lo aprendido)
 - 4) Análisis (descomponer el conocimiento en partes, y relacionarlas con el todo)
 - 5) Evaluación (comprobación y crítica de lo aprendido)
 - 6) Creación (reunir cosas y hacer algo nuevo)
- (Eduteka, s.f.)

d) Taxonomía del Aprendizaje para la Era Digital (Churches, 2008)

La Taxonomía de Bloom tuvo una nueva adecuación por parte de este investigador, quien plantea las siguientes fases en el proceso de aprendizaje:

- 1) Recordación (recuperar el conocimiento almacenado en la memoria)
- 2) Comprensión (construir significados)
- 3) Aplicación (usar un procedimiento en una implementación)

4) Análisis (descomponer el conocimiento en partes, y determinar cómo se relacionan entre sí con el todo y con el propósito)

5) Evaluación (hacer juicios usando la comprobación y la crítica)

6) Creación (reorganizar elementos en una nueva estructura)

(Eduteka, s.f.).

2.4 Hipótesis

Hipótesis general

Los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020), incrementarán significativamente su ingenio tecnológico; hecho que quedará evidenciado a través de la calidad de sus productos-solución.

Hipótesis específica

Los niveles de ingenio tecnológico alcanzados por los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020), serán intermedios.

Elementos para la Prueba de Hipótesis

Hi Los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT-2020 incrementarán significativamente este tipo de ingenio.

Ho Los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT-2020, no incrementarán significativamente este tipo de ingenio.

2.5 Glosario de términos básicos

Ingenio

Habilidad del ser humano para encontrar soluciones prácticas a sus problemas cotidianos.

Ingenio tecnológico

Tipo de ingenio que permite al ser humano idear, diseñar, y construir soluciones tecnológicas, o mejorar las ya existentes.

Psicodidáctica

Confluencia de la parte de la Psicología que estudia los procesos del aprendizaje, con la Didáctica, entendida como el conjunto de métodos y técnicas que buscan facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Capítulo III
METODOLOGÍA

3.1 Detalles de la investigación

Tipo

Aplicada. Porque esta investigación plantea una solución concreta para un problema concreto (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El problema que aquí se estudia y afronta, es la escasa estimulación y promoción que se hace en nuestro país del ingenio tecnológico entre los jóvenes peruanos, tan necesario en los estudiantes universitarios de las diversas carreras de ciencias, especialmente en aquellas relacionadas con la ingeniería. La solución que aquí se propone, es incrementar masivamente dicha habilidad a través del Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT-2020, el cual se ofrece para que sea incorporado como una asignatura básica en todas las facultades de Ciencias e Ingeniería de las diversas universidades peruanas.

Enfoque

Cuantitativo. Porque aquí básicamente se trabaja con datos numéricos, los cuales van a servir para mostrar evidencias, analizarlas, y sobre esa base, dar un adecuado tratamiento al tema de estudio.

Alcance

Explicativo. Porque se hace un estudio profundo del problema para detectar sus causas, las cuales permitirán un mejor entendimiento del mismo, Esto a su vez hará posible proponer mejores soluciones e incluso, sensatas predicciones.

Perspectiva

Interdisciplinaria, pues se nutre de tres fuentes: la Psicología, la Didáctica, y la Ingeniería, con lo cual este trabajo se ubica dentro de la tendencia investigativa actual. Las recientes investigaciones científicas destacan por su interdisciplinariedad.

Diseño

Experimental, pues esta investigación reúne los dos requisitos básicos para lograr el adecuado control y validez interna:

- a) Se ha contado con grupos de comparación para la respectiva manipulación de la variable independiente.
- b) Existe equivalencia de los grupos, puesto que se realizó una asignación aleatoria de los sujetos a cada uno de los grupos, a diferencia de lo que se hace en los cuasiexperimentos en los que se trabaja con grupos ya formados previamente, lo cual resta el nivel de seguridad en cuanto a la equivalencia de grupos. (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

Además de haberse realizado una manipulación intencional de la variable independiente, se han utilizado evaluaciones preprograma y posprograma para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental (Campbell y Stanley, 1978; Sánchez y Reyes, 2015). Véase la Tabla 3:

Tabla 3

Diagrama del Diseño de investigación:

RG1	O1	X	O2
RG2	O3	-	O4
RG3	-	X	O5
RG4	-	-	O6

Nota. RG: Grupos Aleatorios (“Random Groups”) /O: Medición de la producción de los sujetos de un grupo (“Observation”) /X: Condición Experimental: Participación en el Programa PEPIT-2020. /-: Ausencia de la condición experimental (No participación en el Programa PEPIT-2020)

En consecuencia, se aplicará el Diseño de cuatro grupos de Solomon (1949) por el que se trabaja con dos grupos experimentales y dos grupos de control. El grupo 1 y el grupo 3 son experimentales, mientras que los grupos 2 y 4 son de control. De

acuerdo al Diseño de Cuatro Grupos de Solomon, solo a uno de los grupos experimentales y a uno de los grupos de control, se le administrará la Prueba de Entrada. Pero a los cuatro grupos se les aplicará la Prueba de Salida.

Este tipo de diseño permitirá verificar los posibles efectos de la Prueba de Entrada sobre la Prueba de Salida. Es decir que habrá un control de todas las fuentes de invalidación interna.

Aplicación del Diseño de Solomon para esta investigación. Como se ha descrito, la muestra está distribuida en cuatro grupos. De ellos, dos grupos son experimentales (10 + 10) y dos grupos son de control (10 + 10). Dos son con medida pre y postratamiento (10 + 10), y dos son sólo con medida postratamiento (10 + 10). Tal distribución se ilustra en la Tabla 4:

Tabla 4

Distribución de la muestra para esta investigación

Grupos	Distribución de los participantes	Medición		Medición
		Preprograma	Programa	Posprograma
Experimental 1	Grupo Exp. 1 10 estudiantes	O1	X1	O2
De control 1	Grupo Control 1 10 estudiantes	O3		O4
Experimental 2	Grupo Exp. 2 10 estudiantes		X1	O5
De control 2	Grupo Control 2 10 estudiantes			O6

3.2 Acerca de la muestra

Universo

La totalidad de estudiantes de las universidades peruanas: 1'279,738

(Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – Perú, 2017).

Población

2,726 estudiantes.

1,184 de la Escuela de Estudios Generales - Ciencias de la Salud; y 1,542 de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica (Fuente: Sistema Único de Matrícula, Oficina de Estadística e Informática de la UNMSM, 2019)

Muestra

40 estudiantes. Alumnos de la Escuela de Estudios Generales (Área Ciencias de la Salud), y de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 20 estudiantes conformaron los grupos experimentales y 20 conformaron los grupos de control.

Unidad de análisis

Estudiantes (hombres y mujeres) de los primeros ciclos de Estudios Generales y de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Muestreo

La muestra general fue seleccionada de manera no probabilística accidental. El factor determinante para hacer este tipo de selección inicial, fue la accesibilidad y disponibilidad de los estudiantes dentro del entorno laboral en el que se encontraba la autora de esta investigación. Una vez obtenida esta muestra inicial, se hizo una selección aleatoria de dichos estudiantes, para agruparlos en los cuatro grupos que establece el Diseño de Solomon : dos grupos experimentales (10 + 10) y dos grupos de control (10 + 10). Dos destinados a ser medidos en las fases de pre y postratamiento (10 + 10), y dos para ser medidos sólo en la fase de postratamiento (10 + 10).

Instrumentos de recolección de datos

Datos de Entrada. Formulario diseñado para conocer a los estudiantes participantes, y para tomar en cuenta su grado de interés por esta actividad. (Ver Anexos)

Escala de Medición del Ingenio Tecnológico a través del mejoramiento de un dispositivo (EMIT-2020). Es una escala construida con el fin de medir los niveles de ingenio tecnológico de los participantes en el programa PEPIT-2020. Con esta escala es posible analizar si hay o no evidencias reales y concretas del mejoramiento tecnológico del dispositivo elegido por ellos.

Datos de salida. En la Sesión final se aplicó una encuesta simple, para conocer la opinión de los participantes acerca del Programa.

3.3 Descripción del Programa

PROGRAMA DE ESTRATEGIAS PSICODIDÁCTICAS PARA INCREMENTAR EL INGENIO TECNOLÓGICO PEPIT – 2020

I. Introducción

El presente programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020) apunta a incentivar el ingenio de un grupo de estudiantes de los primeros ciclos de la UNMSM. Para esto, se hace uso de una metodología psicodidáctica que dosifica gradualmente la aplicación de cuatro estrategias conocidas por su eficacia en el incremento del ingenio y la inventiva.

Estas estrategias son:

- 1) La Estrategia TRIZ –Theory of the Resolution of Invention–related Tasks. [Teoría de la resolución de tareas relacionadas con la invención] (Altshuller, 1996).
- 2) La Estrategia ASIT –Advanced Systematic Inventive Thinking. [Pensamiento inventivo sistemático avanzado] (Horowitz, 2001)
- 3) La Estrategia SCAMPER –Substitute, Combine, Adapt, Magnify, Modify, Put to other uses, Eliminate, Rearrange, Reverse. [Sustituir, combinar, adaptar, ampliar, modificar, dar otros usos, eliminar, reorganizar, revertir] (Osborne, 1953; y Eberle, 1971)
- 4) La Estrategia de las 8 dimensiones para el pensamiento innovador. (Raviv, 2002)

Todas ellas han sido articuladas dentro de un marco psicológico, didáctico e ingenieril oportunamente fundamentado en el Marco Teórico de esta investigación. Con el Programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020), los participantes no diseñan ni construyen productos–solución al tanteo o solo

llevados por su personal inspiración, sino mas bien asesorados por una profesional quien va aplicando sistemáticamente cada una de las estrategias descritas en este programa. El Programa de Estrategias Psicodidácticas se distingue fundamentalmente por su carácter pragmático, por lo que la idea es que –sin tratarse de un concurso– los participantes al final del programa hagan una exhibición pública de sus productos–solución.

II. Objetivo terminal

Al término del programa, cada participante de la muestra habrá solucionado un problema tecnológico sencillo, mejorando un dispositivo existente.

III. Habilidades colaterales estimuladas

Autoaprendizaje

Pensamiento crítico

Capacidad de análisis y de síntesis

Predisposición a solucionar problemas

Iniciativa para tomar decisiones

IV. Estructura y duración del programa

Nueve sesiones semipresenciales a razón de una sesión semanal de 90 minutos cada una.

V. Meta

Asesorar a 20 estudiantes

VI. Especificación del nivel conductual básico

Participan estudiantes interesados en este proyecto, y que respondan afirmativamente a la mayor cantidad de ítems de la Información de Entrada.

Información de entrada

Nombre y apellido:

Edad:

Carrera:

MARCA CON UNA "X" SEGÚN CORRESPONDA

		SI	NO	ALGO
1	Te interesa ver cómo son los aparatos por dentro. Incluso te gustaría desarmarlos para ver cómo funcionan			
2	Si se malogra un aparato sencillo, tratas de repararlo			
3	Eres una persona curiosa			
4	Te gustaría inventar cosas que solucionen problemas comunes			
5	Sabes usar herramientas manuales como: martillo, desarmador, alicate, sierra, lezna, pelador de cables			
6	Sabes aplicar materiales como cola sintética, silicona, terokal, masilla, pintura			
7	Sabes usar algunas herramientas eléctricas sencillas, como: cautín, pistola de silicona, taladro.			
8	Puedes darte tiempo para asistir a las sesiones del Programa EIT			
9	No solo te gustaría dar ideas o diseños, sino HACER con tus manos un invento de verdad			
10	Crees que podrás darte tiempo para elaborar tu proyecto hasta terminarlo			

DATOS PARA SER LLENADOS POR LA EVALUADORA

	Total
SI	
NO	
ALGO	

Acepto participar en este Programa

Firma

VII. Tarea de entrada

En el lapso de 6 días, mejorar uno de estos objetos:

- 1- Un apósito (bandita elástica, curita)
- 2- Una mascarilla protectora del polvo.
- 3- Un resaltador
- 4.-Un sujetador de cabello (Colette)
- 5.- Un llavero

o si prefieres, mejora cualquier otro objeto de tu predilección.

El producto final se evalúa con la Escala de Medición EMIT 2020

VIII. Tarea de salida

En el lapso de 6 días, mejorar uno de estos objetos:

- 1- Un apósito (bandita elástica, curita)
- 2- Una mascarilla protectora del polvo.
- 3- Un lapicero marcador
- 4.-Un sujetador de cabello (Colette)
- 5.- Un llavero

o si prefieres, mejora cualquier otro objeto de tu predilección. El producto final se evalúa con la Escala de Medición EMIT 2020

IX. Técnicas de modificación de conducta seleccionadas

a) Reforzamiento positivo

Esta técnica constituye el principio fundamental del Análisis Experimental del Comportamiento y la Modificación de Conductas. Básicamente, hay reforzamiento positivo cuando el estímulo que se da a una determinada conducta, logra un aumento en la ocurrencia futura de ésta. Puede tratarse de un estímulo material o simbólico. A dicho estímulo se le llama Reforzador.

El Reforzamiento Positivo consiste en el apareamiento del Reforzador con una determinada conducta, con la finalidad de aumentarla, a diferencia del

Reforzamiento Negativo que más bien genera una determinada conducta cuando es eliminado.

En el programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020), el Reforzamiento Positivo será aplicado a través de un Programa Intermitente de Razón Variable, especialmente en la fase de manejo de herramientas y manipulación de materiales. Un Programa Intermitente de Razón Variable (PIRV) esencialmente se caracteriza porque el número de conductas que se refuerza, va cambiando en cada sesión a criterio del asesor. Este tipo de Programas ha demostrado producir respuestas muy resistentes a la extinción (Sulzer, Azaroff y Mayer, 1977) y está indicado cuando se trata de instalar en los sujetos tasas estables de la conducta objetivo.

b) Modelamiento

Esta técnica es también conocida con el nombre de Imitación. Consiste en mostrar un modelo (persona) ante los aprendices. Dicho modelo realiza la conducta por aprender y recibe las consecuencias positivas que dicha acción le genera. La relación temporal entre el modelo y el imitador es estrecha, es decir que la acción de imitar al modelo es inmediata. En esta técnica, no hay refuerzos ni instrucciones adicionales. Se ha demostrado que la presentación de modelos facilita la adquisición de patrones conductuales que de otra manera no podrían lograrse con facilidad (Bijou y Rayek, 1978.). En el Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT-2020 se aplica esta técnica para el manejo de herramientas.

c) Encadenamiento

Mediante esta técnica se refuerzan las combinaciones de varias conductas sencillas que el sujeto ya domina, pero que las tiene dispersas en su repertorio conductual. Dichas combinaciones permitirán que el aprendiz genere nuevas conductas mucho más complejas. El reforzamiento solo ocurre al final de la

cadena. Sin embargo, a lo largo del proceso de esta técnica, cada conducta que el sujeto ya domina, sirve de refuerzo condicionado para la siguiente conducta, y así sucesivamente, hasta llegar a la respuesta objetivo. Esta técnica puede precisar del apoyo de técnicas adicionales, como el Moldeamiento y el Refuerzo Positivo (Sulzer, Azaroff y Mayer, 1977) En el Programa PEPIT– 2020 esto se aplica en general para la construcción de los productos–solución.

d) Instigaciones verbales, gráficas, y físicas

Los instigadores son estímulos que se emplean para ayudar a los sujetos aprendices a emitir una determinada conducta. (Bijou y Rayek, 1978). Las instigaciones verbales son señales orales que emitirá el investigador – asesor para motivar y guiar al aprendiz (por ejemplo: “así”, “con la otra mano”, “perfecto”). Las instigaciones gráficas son señales impresas, fotos, dibujos, símbolos, imágenes en general que guiarán las acciones del aprendiz. Las instigaciones físicas son actos gestuales o ayudas manuales para ayudar al aprendiz a que logre dominar una conducta (por ejemplo, acomodar los dedos de la mano para coger adecuadamente una herramienta, o alejarlo de algún posible riesgo). En el Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT 2020), las instigaciones se realizan también durante la construcción de los productos–solución.

X. Personal a cargo del programa

La autora del proyecto

XI. Variables

Variable independiente: El Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT–2020

Variable dependiente: El ingenio tecnológico de los estudiantes

Variable de control: Los estudiantes de la muestra.

XII. Ruta de trabajo

SESIÓN 0: Tarea de Entrada / Conociendo personajes motivantes

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:



SESIÓN 1: Primeros ejercicios para estimular el ingenio / Hechos motivantes:

Muestras de ingenio tecnológico

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:

1

HAZ UNA LISTA DE OBJETOS QUE SEAN...

- a) METÁLICOS Y CUADRADOS
- b) ESFÉRICOS, NEGROS, Y BLANDOS
- c) LARGOS, CELESTES, Y FLEXIBLES

3

**¿PARA QUÉ OTRAS COSAS PODRÍA SERVIR UNA GUITARRA,
APARTE DE PRODUCIR SONIDOS?**



**EL INGENIO TECNOLÓGICO ES MUCHÍSIMO MÁS.
Y HA SIDO LA CLAVE DEL PROGRESO DE LA HUMANIDAD**



**ANTIGUO RADIO FUNCIONANDO CON EL CALOR DE UNA TETERA
(Año 1954)**

SESIÓN 2: ¿Cómo debe ser una solución ingeniosa? / Conociendo a Limor

Fried y a Sophía, la robot

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:

TODA SOLUCIÓN INGENIOSA DEBE SER:

UTIL: Brinda claros beneficios al que lo usa.

PRÁCTICA: Es una solución sencilla

SEGURA: No hay riesgos en su manipulación

CONFIABLE: Siempre está listo para ser usado

A woman with bright pink hair and glasses is working in a workshop. She is focused on a task on a workbench, surrounded by various tools and equipment. A digital display in the background shows the number '356P'.

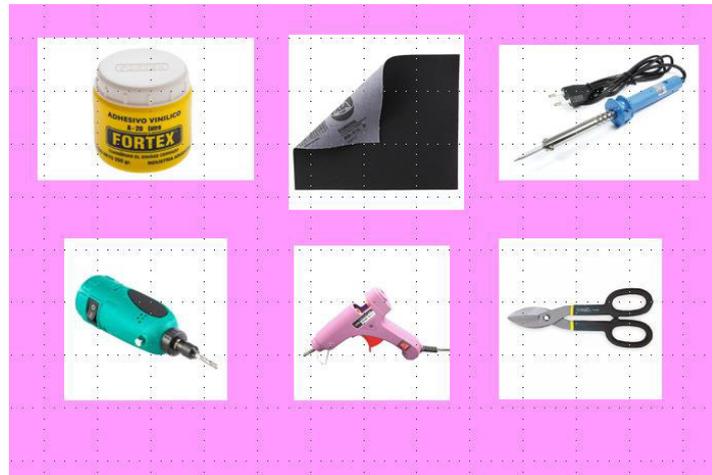
Es bueno combinar el Ingenio tecnológico con las ideas empresariales

A humanoid robot with a white face and a maroon top is shown from the chest up. She has a human-like appearance with visible joints and sensors. Her right hand is raised, showing five fingers.

Sophia, dando su primer discurso en las Naciones Unidas

SESIÓN 3: Manejo de herramientas y uso de materiales

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:



SESIÓN 4: La Estrategia ASIT / Conociendo a “Fierro Viejo”

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:

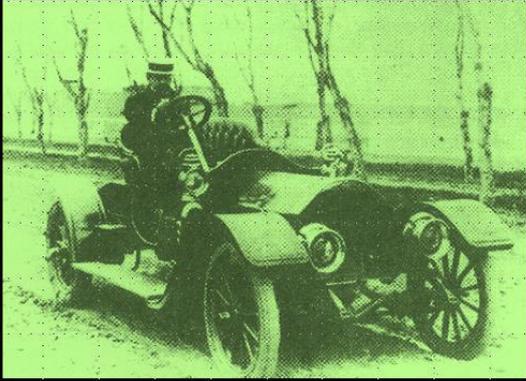
LOS PASOS BÁSICOS PARA INVENTAR

Unificar	Dar nuevas funciones a un mismo componente
Multiplicar	Hacer nuevas versiones de un objeto conocido
Dividir	Desarmar un dispositivo y reconfigurarlo
Remover	Sacar un componente del dispositivo
Romper la simetría	Cambiar funciones o relaciones entre componentes

DIVIDIR

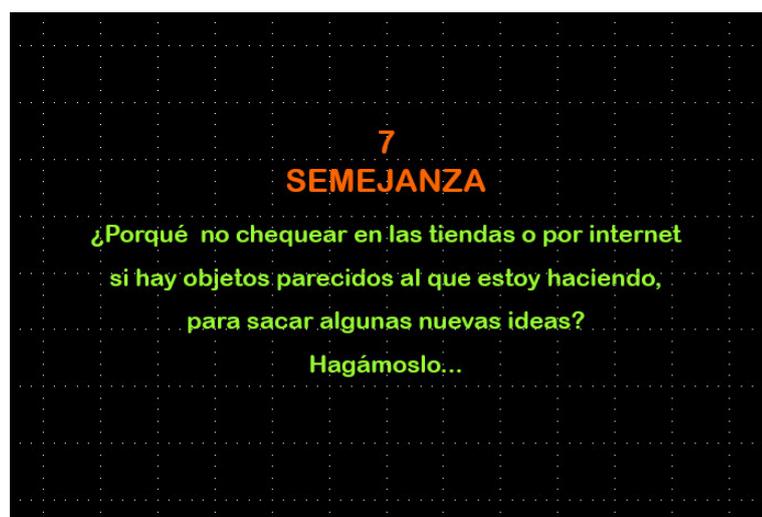
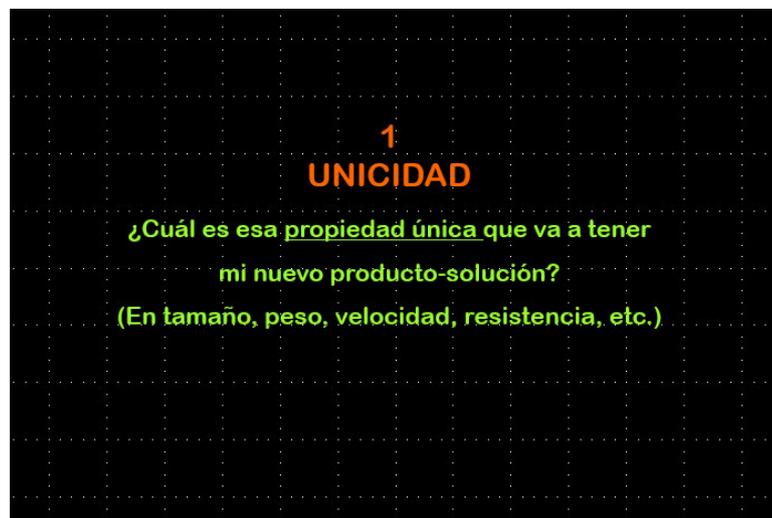
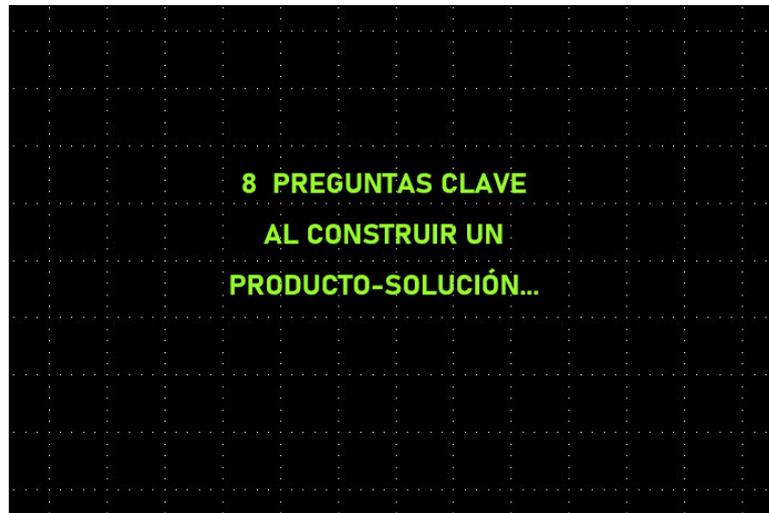
Por ejemplo, cortar por la mitad un lápiz nuevo, para tener dos lápices: uno para la casa y otro para la universidad.

“FIERRO VIEJO”



SESIÓN 5: La Estrategia de las 8 dimensiones

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:



SESIÓN 6: La Estrategia SCAMPER

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:

**CUANDO ESTÉS CONSTRUYENDO ALGÚN
APARATITO PARA SOLUCIONAR
UN PROBLEMA PRÁCTICO,
HAZTE ESTAS PREGUNTAS...**

SUSTITUIR

¿Con qué podría reemplazar esa pieza defectuosa?

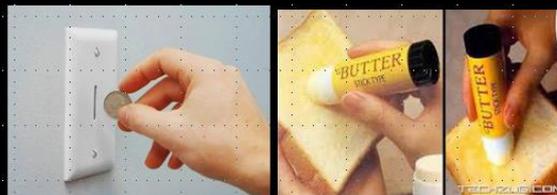
¿Qué otro componente podría usar en su reemplazo?



DAR OTROS USOS

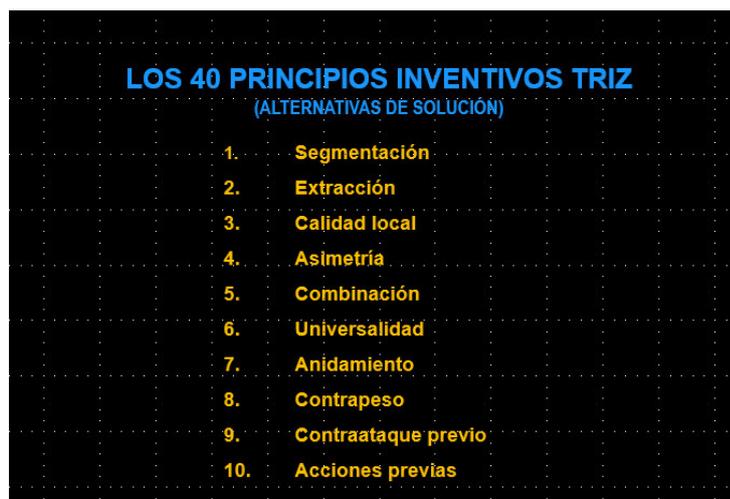
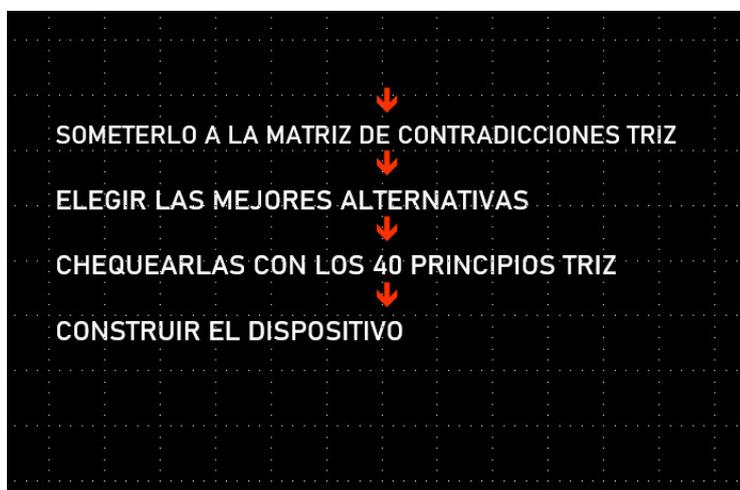
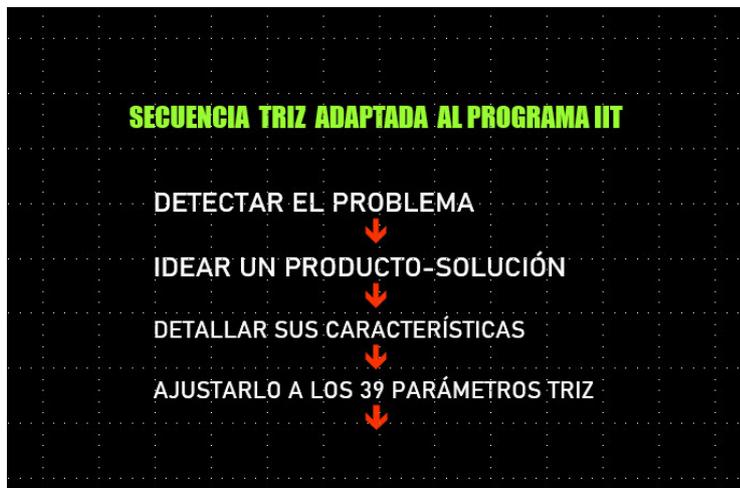
¿Qué otra función podría cumplir cada pieza del dispositivo?

¿Este aparato podría servir para algo más?



SESIÓN 7: La Estrategia TRIZ

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:



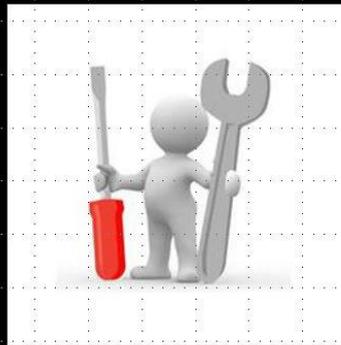
SESIÓN 8: Afinando el proyecto / Perseverancia hasta triunfar

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:

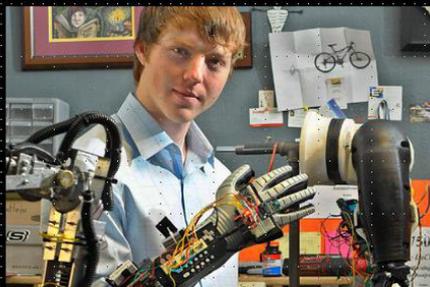
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS RECOMENDABLES DEL DISPOSITIVO

- Que sus partes puedan ser fácilmente reemplazables
- Que los costos justifiquen su utilidad
- Que se arme de manera sencilla
- Que sea amigable con el medio ambiente
- Que se vea bonito

PERSEVERANCIA HASTA TRIUNFAR.



El verdadero amante de la tecnología es aquel que
IMAGINA, INGENIA, y CONSTRUYE
soluciones tecnológicas.



SESIÓN 9: Explicando tu producto solución a los demás

Algunas diapositivas representativas de esta sesión:



Fin del programa

3.4 Diseño y validación de la Escala EMIT-2020

Diseño de la Escala EMIT-2020

Para llevar a cabo este proceso, se consultó el Manual *Cómo validar un instrumento* de Supo (2013).

Revisión de la literatura. Después de una amplia revisión de la literatura científica actual, no se encontraron instrumentos nacionales o extranjeros que midan específicamente el ingenio tecnológico como lo entendemos en esta investigación. Es por esa razón que se diseñó el presente instrumento de medición, denominado Escala de Medición del Ingenio Tecnológico -EMIT-2020.

Exploración del concepto de Ingenio Tecnológico. De los diversos autores consultados a lo largo de esta investigación, es posible definir al ingenio tecnológico como aquel tipo de ingenio que permite al ser humano idear, diseñar, y construir soluciones tecnológicas, o mejorar las ya existentes. Es pertinente distinguir esta facultad humana de otras dos comúnmente asociadas: la creatividad y la innovación. Mientras que el ingenio tecnológico busca generar soluciones prácticas a problemas concretos, y prevalece lo utilitario antes que lo original o novedoso, la creatividad busca generar ideas originales y novedosas sin que haya un predominio de lo utilitario. Por su parte, la innovación persigue introducir novedades, siendo más bien un proceso por el que se aplican ideas nuevas a diversos bienes y servicios con el fin de lograr la satisfacción de las necesidades específicas de los consumidores.

Como se estableció en el Marco Teórico, para dotar del adecuado soporte científico a la Escala EMIT 2020, se tomó en cuenta la Teoría de los Tests, tanto la Teoría Clásica como la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). En cuanto a las teorías psicológicas que sustentan esta escala, se consideró la Teoría Conductual, y dentro de ella, la Observación Conductual, con su método de medición denominado Registro de Productos Permanentes, entendido como la verificación detallada de productos tangibles generados por las conductas de los sujetos, en este caso, los productos-solución hechos por los estudiantes que participaron en el Programa PEPIT-2020.

Desagregado de los componentes conceptuales. Se hizo una revisión documentaria de los conceptos materia de estudio, y además se llevaron a cabo una serie de entrevistas a docentes especialistas de la FIEE (Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la UNMSM) para luego elaborar una relación de las características deseables que deberían tener los productos-solución generados como resultado del ingenio tecnológico de los participantes.

A continuación, se mencionan las principales ideas fuerza que surgieron como resultado de la revisión documentaria y de las reuniones con los docentes especialistas:

- 1- El producto-solución debería estar hecho con materiales comunes
- 2- Los costos tendrían que justificar su utilidad
- 3- El artefacto mejorado debe seguir siendo usado de manera sencilla
- 4- Deben ser dispositivos que no contaminen el medio ambiente
- 5- Ante todo debe ser un dispositivo útil
- 6- Conviene que mantengan una apariencia agradable a la vista
- 7- Tienen que resistir tirones, golpes, o accidentes de manipulación
- 8- La solución que aporta debe destacar por su practicidad
- 9- Es preferible que no generen ruido
- 10- Al manejar el producto-solución no debería necesitarse un entrenamiento previo
- 11- El producto-solución debe destacar por su seguridad al momento de usarlo
- 12- Deberían tener más ventajas que los dispositivos similares
- 13- Es una ventaja si se logran hacer dispositivos livianos
- 14- El dispositivo debe ser confiable, es decir estar siempre listo para su uso.
- 15- Conviene que sean dispositivos compactos, de una sola pieza.

Después del análisis y contrastación de las ideas fuerza antes mencionadas, quedaron seleccionadas las siguientes:

- 5- Ante todo debe ser un dispositivo **útil**
- 8- La solución que aporta debe destacar por su **practicidad**
- 11- El producto-solución debe destacar por su **seguridad** al momento de usarlo

14- El dispositivo debe ser **confiable**, es decir estar siempre listo para su uso.

Elaboración del banco de ítems. Se elaboró un banco con los posibles ítems que conformarían el instrumento, tomando en cuenta dos grupos de valoraciones:

1) Las características generales de los cambios o mejoras realizadas por los participantes al dispositivo elegido:

- a) Buenas - Regulares - Deficientes
- b) Nada satisfactorias - Poco satisfactorias - Satisfactorias - Bastante satisfactorias
- c) Perjudiciales - Intrascendentes - Aceptables - Destacables
- d) Trascendentes - Intrascendentes
- e) Cambios inútiles - Cambios poco útiles - Cambios útiles - Cambios muy útiles

Después del respectivo análisis y depuración de ítems, se descartaron aquellos de los grupos a, b, d, y e. Quedaron seleccionados los ítems del grupo c, a los cuales se les asignó los siguientes valores numéricos:

Cambios perjudiciales:	0
Cambios intrascendentes:	1
Cambios aceptables:	2
Cambios destacables:	3

2) El valor del dispositivo mejorado en cuanto a los factores técnicos básicos de Utilidad / Practicidad / Seguridad / Confiabilidad

- a) Nulo - Medio - Alto
- b) Ninguna - Alguna - Considerable - Destacable - Extraordinaria
- c) Inexistente - Escaso - Aceptable - Notorio
- d) Sin valor - Algún valor - Bastante valor
- e) Escaso valor - Poco valor - Mucho valor

En esta segunda valoración, después del respectivo análisis y depuración de ítems, se descartaron los de los grupos a, c, d, y e. Según los factores técnicos básicos considerados para esta investigación (Utilidad / Practicidad / Seguridad /

Confiabilidad), quedaron seleccionados los ítems del grupo b, a los cuales se les asignó los siguientes valores numéricos:

Ninguna	0
Alguna	1
Considerable	2
Destacable	3
Extraordinaria	4

Validez de la Escala EMIT-2020

Selección de los Jueces. Siguiendo a Supo, “Un juez, dentro del tema de la validación de instrumentos, es una persona que ayuda a evaluar los ítems que han sido formulados; y si bien son investigadores, su línea de investigación no necesariamente tiene que ser la misma que la del tema que se está investigando” (Supo, 2013, p.22).

Jueces seleccionados:

- 1) Víctor Alva (Ingeniero Electrónico. Docente UNMSM)
- 2) Erich Saettone (Doctor en Ciencias con mención en Física. Docente de la Universidad de Lima)
- 3) Dennis Dávila (Magister en Psicología – Docente UNFV)
- 4) Edith Chambi (Magíster en Educación – Docente UNMSM)
- 5) Karen Llacho (Magíster en Psicología – Docente UNMSM)

Dichos profesionales calificaron dicotómicamente (SI/ NO) cada uno de los ítems con respecto a su Claridad, Pertinencia, y Suficiencia (Supo, 2013).

Ficha de instrucciones para los jueces

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE LA ESCALA DE MEDICIÓN DEL INGENIO TECNOLÓGICO A TRAVÉS DEL MEJORAMIENTO DE UN DISPOSITIVO (EMIT-2020) (Juicio de Expertos)

Estimado profesor:

La presente ficha tiene como finalidad ayudar en el proceso de validación del contenido de la Escala de medición del Ingenio Tecnológico a través del mejoramiento de un dispositivo (EMIT-2020), que será utilizada para evaluar los productos-solución elaborados por los estudiantes que participan en el Programa de Incremento del Ingenio Tecnológico, el cual forma parte central de una investigación a nivel doctoral que la autora está llevando a cabo en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Instrucciones

La evaluación requiere de una lectura detenida de cada uno de los ítems propuestos, a fin de cotejarlos de manera cualitativa tomando en cuenta los siguientes criterios:

CLARIDAD: (El ítem está libre de ambigüedades, y es fácilmente entendible)

PERTINENCIA (El ítem está relacionado directamente con el asunto en cuestión)

SUFICIENCIA (El ítem satisface el propósito para el que ha sido redactado)

Por cada ítem (de acuerdo con los criterios aquí propuestos), emita por favor un juicio de valor, asignando una calificación dicotómica (SI / NO).

Si considera oportuno, escriba sus observaciones al final de la ficha.

Nombres y Apellidos:

Universidad donde labora:

Profesión / Especialidad:

Grado Académico:

Fecha:

Muestra de una Ficha de Validación de Contenido (Juicio de Expertos)

ESCALA DE MEDICIÓN DEL INGENIO TECNOLÓGICO
A TRAVÉS DEL MEJORAMIENTO DE UN DISPOSITIVO – EMIT-2020
Ficha de Validación de Contenido (Juicio de Expertos)

Juez 3: ERICH ARTURO SAETTONE OLSCHESKI (Doctor en Ciencias. Docente Universidad de Lima)

N°	VALORACIÓN 1 Calidad de los cambios realizados	ES CLARO		ES PERTINENTE		ES SUFICIENTE	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Los cambios realizados son perjudiciales	X		X		X	
2	Los cambios realizados son intrascendentes	X		X		X	
3	Los cambios realizados son aceptables	X		X		X	
4	Los cambios realizados son destacables	X		X		X	
	VALORACIÓN 2 Valor técnico del dispositivo mejorado						
N°	ITEMS						
1	Es un dispositivo útil	X		X		X	
2	Es un dispositivo práctico	X		X		X	
3	Es un dispositivo seguro	X		X		X	
4	Es un dispositivo confiable	X		X		X	

DEFINICIÓN ÚNICA PARA LOS CONCEPTOS UTILIZADOS EN ESTA ESCALA

Claridad: *El ítem está libre de ambigüedades, y es fácilmente entendible*

Pertinencia: *El ítem está relacionado directamente con el asunto en cuestión*

Suficiencia: *El ítem satisface el propósito para el que ha sido redactado*

Perjudicial: *Que causa daños*

Intrascendente: *Que no es importante*

Aceptable: *Que merece ser aprobado*

Destacable: *Que merece ser resaltado, por ser algo poco común, extraordinario*

Utilidad *Cantidad de beneficios al usuario o consumidor*

Practicidad *Sencillez de la solución ofrecida, y facilidad de manejo*

Seguridad *Minimización de riesgos en la manipulación y funcionamiento*

Confiabilidad *Disponibilidad para ser utilizado de inmediato.*

FICHA TÉCNICA Y MANUAL DE APLICACIÓN
Escala de Medición del Ingenio Tecnológico a través del mejoramiento
de un dispositivo – EMIT-2020

Autora: Jesús Retto Manrique

Fecha: Agosto de 2020

Lugar: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú

Forma de aplicación: Individual para cada dispositivo mejorado por el participante

Tiempo: Indefinido

Cobertura: Adolescentes, jóvenes y adultos

Administración: individual y colectiva

Mecánica de la aplicación: cada participante elegirá libremente un dispositivo de los que le muestre el evaluador, con el fin de mejorarlo aplicando su ingenio.

Número de valoraciones: 2

Tabla 5

Valoración 1: Característica general de los cambios realizados

Perjudiciales	Intrascendentes	Aceptables	Destacables
0	1	2	3

Descripción lingüística de los conceptos utilizados

(Diccionario Merriam-Webster – Versión electrónica 2021)

Perjudicial: *Que causa daños*

Intrascendente: *Que no es importante*

Aceptable: *Que merece ser aprobado*

Destacable: *Que merece ser resaltado, por ser algo poco común, o extraordinario*

Tabla 6

Valoración 2: Valor técnico del dispositivo mejorado

Factor	Ninguna	Alguna	Considerable	Destacable	Extraordinaria
Utilidad	0	1	2	3	4
Practicidad	0	1	2	3	4
Seguridad	0	1	2	3	4
Confiabilidad	0	1	2	3	4

Descripción de los factores de calidad técnica

Utilidad	<i>Cantidad de beneficios al usuario o consumidor</i>
Practicidad	<i>Sencillez de la solución ofrecida, y facilidad de manejo</i>
Seguridad	<i>Minimización de riesgos en la manipulación y funcionamiento</i>
Confiabilidad	<i>Disponibilidad para ser utilizado de inmediato</i>

Finalidad del instrumento: Cuantificar el nivel de ingenio tecnológico de una persona, valorando las mejoras que haya aplicado a un determinado dispositivo (artesanal, mecánico, eléctrico, o electrónico).

Puntaje máximo: 19 puntos (3 para la Valoración 1, y 16 para la Valoración 2)

Recomendaciones: De acuerdo a la naturaleza del dispositivo elegido por el participante, es conveniente (pero no imprescindible) contar con el apoyo de un especialista al momento de realizar las valoraciones.

3.5 Identificación de Variables

Variable Independiente

El Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el ingenio tecnológico (PEPIT-2020).

Variable Dependiente

El Ingenio tecnológico de los participantes en el programa, medido mediante la Escala de Medición del Ingenio Tecnológico a través del mejoramiento de un dispositivo.

Al respecto, se reúnen los dos requisitos que se exigen para lograr adecuadamente el control y la validez interna: 1) Se ha contado con grupos de comparación para la respectiva manipulación de la variable en estudio. 2) Existe equivalencia de los grupos. Además, se han utilizado evaluaciones preprograma y posprograma para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental. (Campbell y Stanley, 1978).

Para esta investigación se aplica el Diseño de cuatro grupos de Solomon (1949) por el cual se trabaja con dos grupos experimentales y dos grupos de control. El grupo 1 y el grupo 3 son experimentales, mientras que los grupos 2 y 4 son de control. De acuerdo al Diseño de Cuatro Grupos de Solomon, solo a uno de los grupos experimentales y a uno de los grupos de control, se le administrará la Prueba de Entrada. Pero a los cuatro grupos se les aplicará la Prueba de Salida. Este tipo de diseño permitirá verificar los posibles efectos de la Prueba de Entrada sobre la Prueba de Salida. Hay un control de todas las fuentes de invalidación interna.

3.6 Operacionalización de las variables

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p>V. I</p> <p>El Programa PEPIT-2020</p>	<p>Grupo de estrategias psicodidácticas destinadas a incentivar el ingenio tecnológico de los participantes en el programa</p>	<p>Didáctica</p> <p>Afectiva</p> <p>Práctica</p>	<p>Nivel de aprendizaje percibido.</p> <p>Calidad de las sesiones de trabajo</p> <p>Simpatía o rechazo por el programa.</p> <p>Motivación generada.</p> <p>Atracción de las actividades.</p> <p>Utilidad percibida para diseñar y construir una solución</p>	<p>Encuesta</p> <p>Encuesta de opinión</p>
<p>V. D</p> <p>El ingenio tecnológico de los participantes en el programa</p>	<p>Habilidad de los participantes en el programa para mejorar tecnológicamente un dispositivo elegido por ellos.</p>	<p>Utilidad</p> <p>Practicidad</p> <p>Seguridad</p> <p>Confiabilidad</p>	<p>Cantidad de beneficios al usuario o consumidor</p> <p>Sencillez de la solución ofrecida y facilidad de manejo</p> <p>Minimización de riesgos en la manipulación y funcionamiento</p> <p>Disponibilidad para ser utilizado de inmediato</p>	<p>Escala</p> <p>Escala de Medición del Ingenio Tecnológico –EMIT 2020–</p>

3.7 Métodos de Análisis de Datos

Con la muestra elegida se pudo establecer el nivel de Ingenio antes y después de la aplicación del Programa de Estrategias Psicodidácticas (PEPIT-2020). La plataforma estadística para el cálculo del valor Antes y Después fue el programa SPSS-24 con el cual fue posible obtener las Medidas de Tendencia Central (Media, Mediana, y Moda), y las Medidas de Dispersión (Desviación Estándar, y Varianzas) así como la Prueba t . Prueba Estadística seleccionada: Distribución de probabilidad t de Student

Criterios para decidir:

- Si la probabilidad obtenida P valor (significancia), es $\geq \alpha$ (Alfa), se rechaza la Hipótesis Nula.
- Si la probabilidad obtenida P valor (significancia), es $\leq \alpha$ (Alfa), no se rechaza la Hipótesis Nula, y se la acepta.

Ho: Los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020), no incrementarán este tipo de ingenio.

3.8 Aspectos éticos

La participación de los estudiantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas, ha sido voluntaria, certificándose tal hecho con la firma de cada uno de ellos en el documento denominado *Información de Entrada*. Por otra parte, la información personal obtenida de cada participante, solo ha sido destinada para los fines específicos de esta investigación, y no ha tenido otra finalidad.

Se solicitó y se obtuvo formalmente la autorización del director administrativo de la Facultad de Psicología, para contar con un ambiente que nos permitiese realizar nuestras reuniones vespertinas una vez por semana. Las reuniones no interfirieron con las clases regulares de ninguno de los estudiantes, y fueron consideradas actividades voluntarias extracurriculares, tanto para aquellos de la Escuela de Estudios Generales, como para los provenientes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Para esta investigación, la autora declara formalmente no tener conflictos de intereses en lo que respecta al tema tratado, a los objetivos propuestos, ni a la interpretación de los resultados obtenidos.

Capítulo IV
RESULTADOS

4.1 Presentación de los resultados

Verificación Estadística de la Validez del Instrumento EMIT 2020 mediante la PRUEBA BINOMIAL

Procesamiento mediante el paquete estadístico SPSS-24

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la Prueba Binomial tomando como modelo al Juez 1

Tabla 7

Prueba Binomial - Juez 1

JUEZ 1						
PRUEBA BINOMIAL						
		Categoría	N	Proporción observada	Proporción de Prueba	Significación exacta (Unilateral)
Opinión del juez	Grupo 1	SI	8	1,00	,85	,272
	Grupo 2	NO	0	0,00		
	Total			8	1,00	

NOTA:

Grupo 1: El juez 1 sí acepta la validez del ítem que forma parte del instrumento EMIT 2020

Grupo 2: El juez 1 no acepta la validez del ítem que forma parte del instrumento EMIT 2020

H_0 - La proporción de preguntas aceptadas en el instrumento, es igual a 85%

H_1 - La proporción de preguntas aceptadas en el instrumento, es diferente de 85%

CRITERIO DE DECISIÓN

Se rechaza la H_0 si la Significación es $< 0,05$ Caso contrario, se acepta H_0

Luego, dado que la Significación = $0,272 > 0,05$ entonces se acepta H_0

CONCLUSIÓN

La proporción de preguntas aceptadas por el juez 1 para el instrumento EMIT 2020, es igual a 85%

Tabla 8

Prueba Binomial – Consolidado (Jueces 1, 2, 3, 4, 5)

CONSOLIDADO DE LA PRUEBA BINOMIAL

JUECES 1, 2, 3, 4, 5.						
		Categoría	N	Proporción observada	Proporción de Prueba	Significación exacta (Unilateral)
Juez 1	Grupo 1	SI	8	1,00	,85	,272
	Grupo 2	NO	0	0,00		
Juez 2	Grupo 1	SI	8	1,00	,85	,272
	Grupo 2	NO	0	0,00		
Juez 3	Grupo 1	SI	8	1,00	,85	,272
	Grupo 2	NO	0	0,00		
Juez 4	Grupo 1	SI	8	1,00	,85	,272
	Grupo 2	NO	0	0,00		
Juez 5	Grupo 1	SI	8	1,00	,85	,272
	Grupo 2	NO	0	0,00		

NOTA:

Grupo 1: El juez sí acepta la validez del ítem que forma parte del instrumento EMIT 2020

Grupo 2: El juez no acepta la validez del ítem que forma parte del instrumento EMIT 2020

H_0 La proporción de preguntas aceptadas en el instrumento, es igual a 85%

H_1 La proporción de preguntas aceptadas en el instrumento, es diferente de 85%

CRITERIO DE DECISIÓN

Se rechaza la H_0 si la Significación es $< 0,05$ Caso contrario, se acepta H_0

Luego, dado que la Significación = $0,272 > 0,05$ entonces se acepta H_0

CONCLUSIÓN

La proporción de preguntas aceptadas por los jueces 1, 2, 3, 4, y 5 para el instrumento EMIT 2020, es igual a 85%

De esta manera se logró dar al instrumento EMIT-2020 su respectiva Validez de Contenido.

Tabla 9*Distribución de ítems por valoraciones*

Valoración 1: Calidad de los cambios	Valoración 2: Valoración técnica
Cambio perjudicial	Utilidad
Cambio intrascendente	Practicidad
Cambio aceptable	Seguridad
Cambio destacable	Confiabilidad

Resultados de la aplicación de la Prueba Piloto

La autora del presente estudio aplicó el Semestre 2019-I, el instrumento EMIT –2020 a 20 participantes de Estudios Generales de la UNMSM (Área Ciencias de la Salud).

Tabla 10*Resultados generales de la aplicación de la Prueba Piloto – Valoración 1*

Características de los cambios realizados			
Perjudiciales	Intrascendentes	Aceptables	Destacables
(0)	(1)	(2)	(3)
0	8	7	5

*(n= 20)***Tabla 11***Resultados generales de la aplicación de la Prueba Piloto – Valoración 2*

Valor técnico del dispositivo mejorado					
Factor	Ninguna	Alguna	Considerable	Destacable	Extraordinaria
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Utilidad	0	7	3	9	1
Practicidad	1	4	5	7	3
Seguridad	1	7	6	4	2
Confiabilidad	1	5	5	6	3

n= 20

Determinación de la Confiabilidad

Evaluación de la Consistencia Interna del Instrumento. Valoración del EMIT - 2020: determinando su índice de consistencia interna mediante el Alfa de Cronbach. En la Tabla 12 se puede apreciar el respectivo Índice de consistencia interna (Alfa de Cronbach)

Tabla 12

Confiabilidad: Índice de consistencia interna Alfa de Cronbach – Proceso

		N	%
Casos	Válidos	20	50,0
	Excluidos	20	50,0
	Total	40	100

Nota. Resumen del procesamiento de casos

Tabla 13

Confiabilidad: Índice de consistencia interna Alfa de Cronbach – Resultado

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basado en ítems estandarizados	Número de ítems
,858	,865	5

Nota. Nivel de confiabilidad alcanzado: 0,865

Tabla 14*Puntajes obtenidos por los cuatro grupos de Solomon. (n=40)*

Grupo experimental	Evaluación		Evaluación Posprograma	Producto
	Preprograma	Programa		
1	O1	X1	O2	
S1	5	Si	6	Movilizador
S2	8	Si	15	Mascarilla
S3	4	Si	9	Llavero
S4	2	Si	6	Resaltador
S5	4	Si	9	Resaltador
S6	3	Si	8	Mascarilla
S7	2	Si	4	Llavero
S8	6	Si	10	Curita
S9	2	Si	6	Resaltador
S10	4	Si	8	Llavero
	40		81	
Grupo de Control 1	O3		O4	Producto
S1	6		8	Cepillo
S2	4		6	Sujetador portátil
S3	5		7	Organizador
S4	6		7	Mascosillita
S5	6		6	Cocina
S6	4		6	Mascosillita
S7	3		5	Medidor de carga
S8	5		6	Cepillo
S9	4		5	Recogedor
S10	5		7	Organizador
	48		63	
Grupo Experim. 2		X1	O5	Producto
S1		Si	6	Llavero
S2		Si	9	Curita
S3		Si	3	Resaltador
S4		Si	6	Colette
S5		Si	5	Resaltador
S6		Si	11	Panel solar con concentrador
S7		Si	10	Supercargador USB
S8		Si	11	Aire acondicionado
S9		Si	10	Desarmador con luz
S10		Si	9	Panel solar desplegable
			80	
Grupo de Control 2			O6	Producto
S1			7	Cortador de papas
S2			3	Mejoras a un motor
S3			5	Mejoras a un inodoro
S4			4	Panel solar para celus
S5			4	Tomacorriente con entradas rotantes
S6			3	Alarma de seguridad en casa
S7			4	Semáforo inteligente con tranca
S8			3	Router mejorado
S9			3	Almohadillas antideslizantes
S10			3	Sillón para realidad aumentada
			39	

En la Tabla 14 se aprecia que los puntajes generales más altos obtenidos en la Evaluación Posprograma, corresponden a los dos grupos experimentales. Es decir, a los estudiantes que participaron del Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020).

En la Figura 2, se aprecia gráficamente, que los puntajes más bajos correspondieron a los Grupos de Control 1 y 2. Es decir, aquellos estudiantes que no participaron del Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020)

Figura 2

Comparación de puntajes generales de los cuatro grupos en relación a la calidad del producto elaborado (Evaluación posprograma)



Leyenda: GE1: Grupo Experimental 1 / GC1: Grupo de Control 1 / GE2: Grupo Experimental 2 / GC2: Grupo de Control 2

En la Tabla 15, se puede apreciar que hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos por los estudiantes que participaron en el Programa de Estimulación del Ingenio Tecnológico, y aquellos estudiantes que no lo hicieron:

Tabla 15

Ranking final de los grupos

1°	Grupo Experimental 1	81 puntos
2°	Grupo Experimental 2	80 puntos
3°	Grupo de Control 1	63 puntos
4°	Grupo de Control 2	39 puntos

Además, en la Tabla 16 se puede apreciar que se cumplen las cuatro condiciones establecidas en el diseño elegido: Los resultados obtenidos por el Grupo Experimental 1 en la evaluación posprograma son superiores a los obtenidos por ellos mismos en la evaluación preprograma. Así mismo, los resultados obtenidos en la evaluación posprograma por el Grupo Experimental 1, son superiores a los resultados obtenidos por el Grupo de Control 1 en la fase de posprograma.

Por otra parte, los resultados obtenidos por el Grupo Experimental 2 en la evaluación posprograma, son superiores a los obtenidos por el Grupo de Control 2 en esa misma fase. Finalmente, también se cumple la condición de que los resultados obtenidos por el Grupo Experimental 2 en la evaluación posprograma, sean superiores a los resultados obtenidos por el Grupo de Control 1 en la evaluación preprograma.

Tabla 16

Condiciones establecidas en el Diseño de Cuatro Grupos de Solomon para que se demuestre la influencia o impacto de la variable independiente sobre la dependiente

Condición	Puntajes obtenidos
O2 > O1:	81 > 40
O2 > O4:	81 > 63
O5 > O6:	80 > 39
O5 > O3:	80 > 48

Como se puede apreciar en la Tabla 17, los puntajes fueron establecidos según dos tipos de valoración: Valoración 1: Característica general de los cambios realizados (Perjudiciales, intrascendentes, aceptables, o destacables), y Valoración 2: Valor técnico del dispositivo mejorado: Utilidad, practicidad, seguridad y confiabilidad (Ninguna, alguna, considerable, destacable, extraordinaria).

Tabla 17

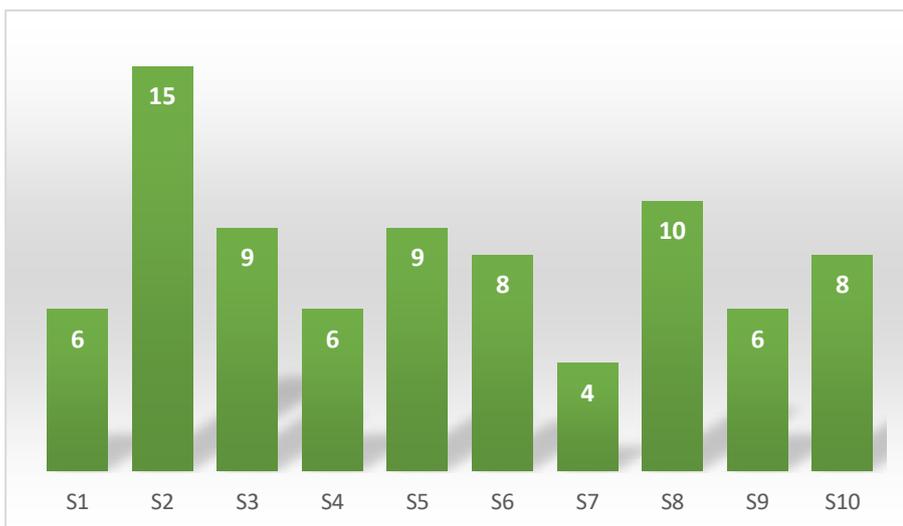
Niveles de ingenio tecnológico establecidos para esta investigación

Niveles	Puntajes
Alto	14 a 19 puntos
Mediano	7 a 13 puntos
Bajo	0 a 6 puntos

Por otra parte, en la Figura 3, se observa que el puntaje más alto fue obtenido por una participante que obtuvo 15 puntos, que es el puntaje más alto de los dos grupos experimentales:

Figura 3

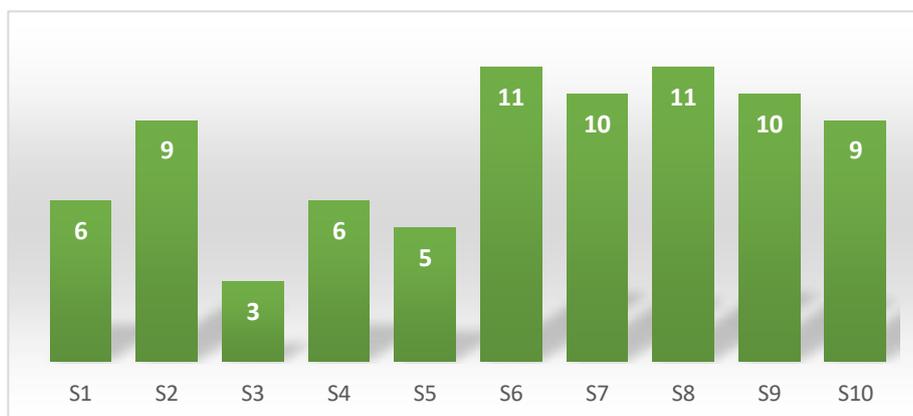
Puntajes individuales obtenidos por el Grupo Experimental 1 en la evaluación posprograma



Como puede apreciarse en la Figura 4, el puntaje más bajo fue obtenido por un participante que obtuvo solo 3 puntos; el cual es el puntaje más bajo de ambos grupos experimentales.

Figura 4

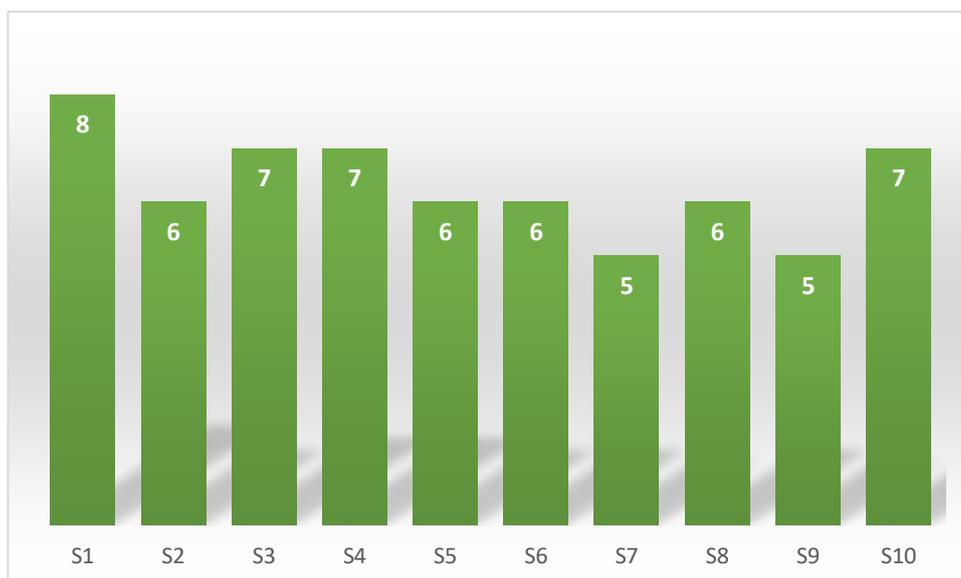
Puntajes individuales obtenidos por el Grupo Experimental 2 en la evaluación posprograma



En la Figura 5 se observa además, que el puntaje más alto fue obtenido por un estudiante que obtuvo 8 puntos, que es el puntaje más alto de los dos grupos de control.

Figura 5

Puntajes individuales obtenidos por el Grupo de Control 1 en la evaluación posprograma



En la Figura 6 se observa que el puntaje más bajo fue obtenido por cinco estudiantes de este grupo de control, quienes solo lograron 3 puntos; lo que constituye el puntaje más bajo para ambos grupos de control.

Figura 6

Puntajes individuales obtenidos por el Grupo de Control 2 en la evaluación posprograma



En la Tabla 18, se puede observar que en el Grupo Experimental 1 están los participantes que obtuvieron los puntajes más altos en cuanto a ingenio tecnológico, tomando en cuenta los dos tipos de valoración anteriormente explicados. Prevalece el nivel intermedio.

Tabla 18

Niveles de ingenio tecnológico demostrado por los integrantes de los Grupos Experimentales en la fase Posprograma

	Grupo Experimental 1	Grupo Experimental 2
Nivel alto 14 a 19 puntos	1	0
Nivel medio 7 a 13 puntos	5	5
Nivel bajo 0 a 6 puntos	4	4

En la Tabla 19 se puede observar que las medias de ambos Grupos Experimentales tuvieron mucha similitud estadística durante la fase final (Posprograma). Asimismo, se aprecian puntajes superiores en los grupos experimentales cuando éstos son comparados con los de control en la fase posprograma, hecho que podrá evidenciarse con las pruebas *t* respectivas:

Tabla 19

Comparación de Medias entre los grupos

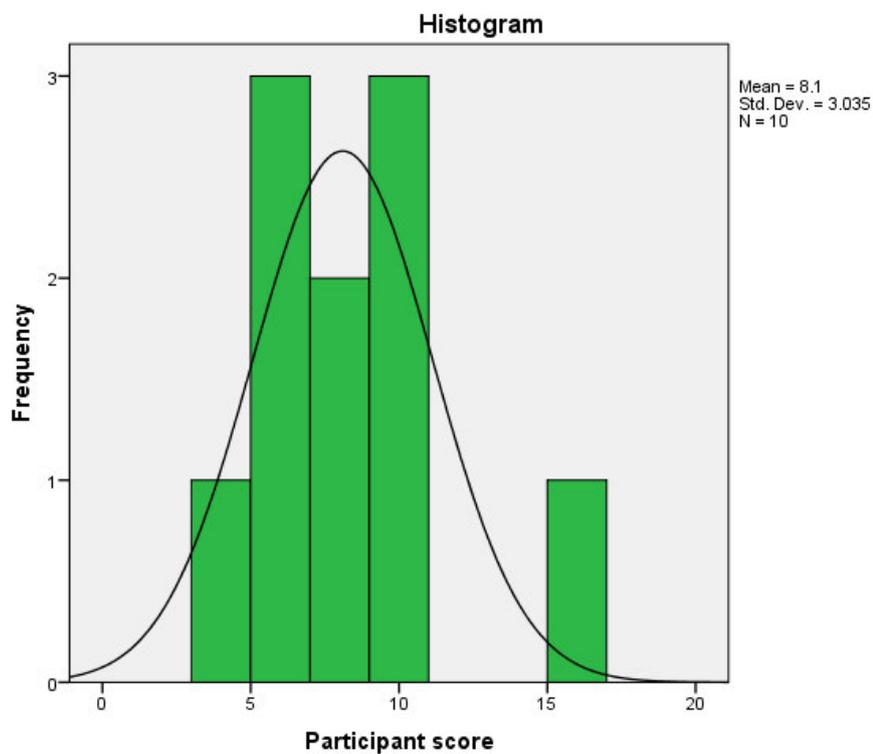
		Medias
GE1	Fase preprograma	4,00
GE1	Fase posprograma	8,10
GC1	Fase preprograma	4,80
GC1	Fase posprograma	6,30
GE2	Fase posprograma	8,00
GC2	Fase posprograma	3,90

Nota. GE1: Grupo Experimental 1 / GC1: Grupo de Control 1 / GE2: Grupo Experimental 2 / GC2: Grupo de Control 2

Los resultados generados por el procesador estadístico SPSS, y reflejados en el histograma de la Figura 7, indican que la media de los resultados obtenidos por el Grupo Experimental 1 durante la Fase posprograma, es de 8,10. La Mediana es 8,00, y la Moda es 6. Así mismo, que la Desviación Estándar es de 3,035, lo cual indica que hay una dispersión estadística mayor que la generada por el Grupo Experimental 2 durante esa misma fase.

Figura 7

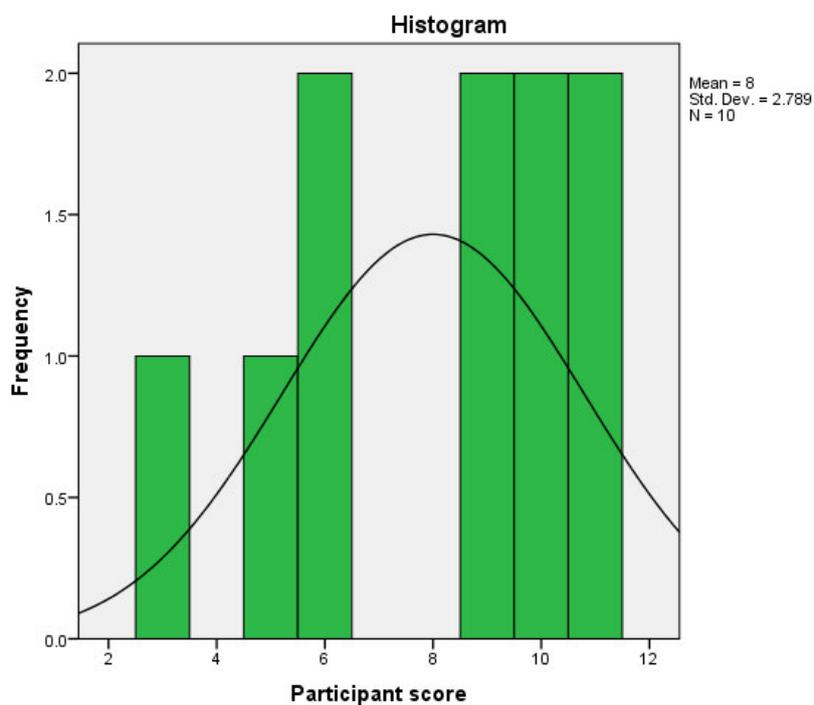
Histograma mostrando la Media y la Desviación Estándar generadas por el Grupo Experimental 1 (Fase posprograma)



Los resultados generados por el procesador estadístico SPSS, y reflejados en el histograma de la Figura 8, indican que la Media de los resultados obtenidos por el Grupo Experimental 2 durante la Fase posprograma, es de 8,00. La Mediana es 9,00 (un punto más que la del Grupo Experimental 1), y la Moda es 6. Así mismo, se observa que la Desviación Estándar es de 2,789, lo cual nos indica que hay una dispersión estadística menor que la generada por el Grupo Experimental 1 durante esa misma fase.

Figura 8

Histograma mostrando la Media y la Desviación Estándar generada por el Grupo Experimental 2 (Fase posprograma)



Evaluados los productos–solución de los dos grupos experimentales, y de acuerdo a los puntajes obtenidos por sus participantes, se observa que la menor dispersión se da en el Grupo Experimental 2. Así pues, en la Tabla 20 no se consigna una Desviación Estándar de Fase Preprograma para el Grupo Experimental 2, puesto que, de acuerdo al Diseño de Solomon seleccionado para esta investigación, este grupo no debe ser sometido a una medición preprograma. Lo mismo aplica para el Grupo de Control 2.

Tabla 20

Comparación de las Desviaciones Estándar entre los diversos grupos

		Desviación estándar
Grupo Experimental 1	Fase preprograma	1,944
Grupo Experimental 1	Fase posprograma	3,035
Grupo de Control 1	Fase preprograma	1,033
Grupo de Control 1	Fase posprograma	0,949
Grupo Experimental 2	Fase posprograma	2,789
Grupo de Control 2	Fase posprograma	1,287

Siendo la varianza una medida estadística de dispersión que se utiliza para representar la variabilidad de un conjunto de datos respecto de su media aritmética, se observa en la Tabla 21 que, en la evaluación final de los dos grupos experimentales, (cuando los participantes presentaron y explicaron sus productos-solución) la menor varianza se dio en el Grupo Experimental 2.

Tabla 21
Comparación de Varianzas entre los grupos

		Varianzas
GE1	Fase preprograma	3,788
GE1	Fase posprograma	9,211
GC1	Fase preprograma	1,067
GC1	Fase posprograma	0,900
GE2	Fase posprograma	7,778
GC2	Fase posprograma	1,656

Esta es una prueba para muestras independientes. Siendo la t de Student un tipo de estadística deductiva, se puede observar en la Tabla 22 que en efecto, hay diferencias significativas entre las medias de estos grupos en comparación, ya que la significancia ha sido menor a 0,05.

TABLA 22

Prueba estadística t de Student – Grupo Experimental 1 vs Grupo de Control 2 (Fase Posprograma)

	Significancia (2 colas)	Diferencia de medias	Diferencias de Error estándar	95% de Intervalo de Confianza de la diferencia	
Asumiendo varianzas iguales	0,001	4,20000	1,04243	Inferior: 2,00993	Superior 6,39007
Sin asumir varianzas iguales	0,002	4,20000	1,04243	Inferior: 1,93151	Superior 6,46849

Estadísticas de los Grupos sometidos a la Prueba t

Grupo	N	Medias	Desviación Estándar	Medias del Error Estándar
1	10	8,1000	3,03498	0,95975
2	10	3,9000	1,28668	0,40689

Esta es una prueba para muestras independientes. Siendo la t de Student un tipo de estadística deductiva, se puede observar en la Tabla 23, que del mismo modo, sí hay diferencias significativas entre las medias de estos grupos en comparación, ya que la significancia ha sido menor a 0,05.

TABLA 23

Prueba estadística t de Student – Grupo Experimental 2 vs Grupo de Control 2 (Fase posprograma)

	Significancia (2 colas)	Diferencia de medias	Diferencias de Error estándar	95% de Intervalo de Confianza de la diferencia	
Asumiendo varianzas iguales	0,001	4,10000	,97125	Inferior: 2,05947	Superior 6,14053
Sin asumir varianzas iguales	0,001	4,10000	,97125	Inferior: 1,99608	Superior 6,20392

Estadísticas de los Grupos sometidos a la Prueba t

Grupo	N	Medias	Desviación Estándar	Medias del Error Estándar
1	10	8,0000	2,78887	0,88192
2	10	3,9000	1,28668	0,40689

Los resultados ilustrados en la Tabla 24, indican que no había diferencias significativas entre las medias de estos grupos en comparación cuando se llevó a cabo la Evaluación Preprograma, puesto que –como se puede apreciar– la significancia es superior a 0,05.

Tabla 24

Prueba estadística t de Student – Grupo Experimental 1 vs Grupo de Control 1 (Fase Preprograma)

	Significancia (2 colas)	Diferencia de medias	Diferencias de Error estándar	95% de Intervalo de Confianza de la diferencia	
Asumiendo varianzas iguales	0,265	-0,800	0,696	Inferior: -2,262	Superior 0,662
Sin asumir varianzas iguales	0,270	-0,800	0,696	Inferior: -2,296	Superior 0,696

Estadísticas de los Grupos sometidos a la Prueba t

	Grupo	N	Medias	Desviación Estándar	Medias del Error Estándar
Puntaje	1	10	4,00	1,944	0,615
	2	10	4,80	1,033	0,327

Los resultados ilustrados en la Tabla 25, indican que no hay diferencias significativas entre las medias de estos grupos en comparación, cuando se llevó a cabo la Evaluación Posprograma, puesto que –como se puede apreciar– la significancia es superior a 0,05.

Tabla 25

Prueba estadística t de Student – Grupo Experimental 1 vs Grupo Experimental 2 (Fase Posprograma)

	Significancia (2 colas)	Diferencia de medias	Diferencias de Error estándar	95% de Intervalo de Confianza de la diferencia	
Asumiendo varianzas iguales	0,940	0,100	1,303	Inferior: -2,638	Superior 2,838
Sin asumir varianzas iguales	0,940	0,100	1,303	Inferior: -2,640	Superior 2,840

Estadísticas de los Grupos sometidos a la Prueba t

	Grupo	N	Medias	Desviación Estándar	Medias del Error Estándar
Puntaje	1	10	8,10	3,035	0,960
	2	10	8,00	2,789	0,882

Comparando los resultados posprograma obtenidos por los cuatro grupos, son notorias las diferencias en cuanto a los niveles de ingenio exhibidos por los grupos experimentales y los grupos de control. Véase las Figuras 2, 3, 4, y 5. Por otro lado, no se apreciaron diferencias significativas entre O5 (80) y O2 (81) ya que, al ser el programa el mismo para los dos grupos, la única diferencia entre ellos estuvo en que uno fue sometido a una medición preprograma, y el otro no. Por lo que si la medición preprograma no influyó, no deberían darse diferencias significativas entre O5 y O2; y eso es precisamente lo que ha sucedido en esta experiencia, como puede apreciarse en la Tabla 1. Tampoco se dieron diferencias significativas entre O6 (39) y O1 (40) ya que en ninguna de las dos mediciones hubo influencia del tratamiento, sino que sólo pasó el tiempo entre una y otra.

Contrastando los resultados obtenidos por los Grupos Experimentales, se aprecia una mayor frecuencia de puntajes iguales o mayores que 10 en el Grupo Experimental 2, cuya particularidad es que sus integrantes no pasaron por una evaluación de entrada o preprograma. Tal hecho genera la posibilidad de que dicha evaluación podría haber influido como punto de referencia del autoconcepto de los estudiantes para sentirse capaces o no de crear productos muy ingeniosos. Véase para este efecto, las Figuras 2 y 3. Por otro lado, la diferencia de resultados dados en puntajes, es mínima para estos grupos: G1: 81 versus G2: 80.

Tomando en cuenta la escala de niveles de ingenio tecnológico establecidos para esta investigación– solo un estudiante alcanza el Nivel Alto, con 15 puntos, Dicho participante pertenece al Grupo Experimental 1. En todos los demás aspectos hay similitud entre ambos grupos experimentales: el Nivel Medio es el que prevalece, Véase la Tabla 5.

En cuanto a la Desviación Estándar, se aprecia que los datos (puntajes individuales) obtenidos, se encuentran más dispersos en el Grupo Experimental 1 (3,035) que en el Grupo Experimental 2 (2,789). En ese sentido, cabe observar que aun cuando en

ambos grupos experimentales hubo la misma cantidad de participantes con resultados ubicados en el Nivel Medio ($n=5$), en el grupo 2 los puntajes fueron mayores, lo cual puede estar indicando que hay una mayor consistencia en estos últimos resultados. Véase para este efecto las Figuras 6 y 7. En cuanto a las varianzas, se puede apreciar que la dispersión en la fase posprograma, ha sido mayor para el Grupo Experimental 1 (9,211) y menor para el Grupo Experimental 2 (7,778).

Los resultados muestran que se cumple la Hipótesis de Investigación, la misma que establece que: “Quienes participen del Programa de Estrategias Psicodidácticas, incrementarán su ingenio tecnológico, hecho que quedará evidenciado a través de la calidad de sus productos–solución”. En consecuencia, se rechaza la Hipótesis Nula. Este hecho también ocurre con la Hipótesis Específica cuyo planteamiento fue: “Los niveles de ingenio tecnológico que alcanzarán los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT–2020), serán intermedios”.

De la Prueba de Hipótesis se concluye que:

- a) Existen diferencias significativas entre la media de puntajes del Grupo Experimental 1, y la media de puntajes del Grupo de Control 2.
- b) Existen diferencias significativas entre la media de puntajes del Grupo Experimental 2, y la media de puntajes del Grupo de Control 2.

4.2 Análisis, interpretación y discusión de los resultados

Con esta investigación se demuestra que con el Programa de Estrategias Psicodidácticas para Incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020) en efecto, ha sido posible incrementar el ingenio tecnológico de los estudiantes que participaron en él, puesto que se cumplieron todas las condiciones establecidas en el Diseño de Cuatro Grupos de Solomon (1949). Véase la Tabla 3 para más detalles.

Los resultados indican que el ingenio tecnológico humano puede ser incrementado a través de programas instruccionales como éste, y al igual que lo señalado por Smith (2015) en su investigación de enfoque cualitativo para estudiantes canadienses de nivel escolar, no fue notoriamente frecuente la estimulación temprana del ingenio tecnológico, como tampoco lo es para los jóvenes de las instituciones educativas universitarias de nuestro país, de acuerdo con los resultados de la revisión hecha a la malla curricular de las universidades peruanas tomadas como muestra para esa parte del estudio.

Por otro lado, si se toma en cuenta lo aseverado por Wang (2013), es posible señalar coincidiendo con dicha investigadora, que este tipo de experiencias permite sacar a luz los comportamientos ingenieriles que todos llevamos en potencia, y que solo se necesita crear las condiciones adecuadas para que echemos mano de nuestro ingenio cuando tenemos frente a nosotros algún desafío o dificultad por superar. Sin embargo, como también apunta dicha investigadora, no es frecuente la estimulación sistemática de esta habilidad entre los niños y jóvenes. Vale destacar que, para la experiencia de manipulación libre de objetos llevada a cabo por Wang, intervino adicionalmente y de manera positiva, un factor que no estuvo presente en el Programa PEPIT-2020: la presencia de los padres de los participantes. La mencionada investigadora trabajó con niños, y en ese sentido, reporta en su informe, que la participación activa de los padres durante la experiencia pre-ingenieril de los niños, fue uno de los estímulos más influyentes para ellos, incrementando sus competencias, e incluso reforzando positivamente su personalidad.

Es oportuno mencionar que un punto muy importante para la elaboración del Programa PEPIT-2020, fue la inclusión de una sesión dedicada exclusivamente al manejo de herramientas y materiales, puesto que en experiencias previas llevadas a cabo en años anteriores también con estudiantes universitarios, la autora de esta investigación ya había realizado algunos ensayos para estimular el ingenio tecnológico, pero los participantes se detuvieron en la fase de diseño, desertando poco a poco del proyecto, debido a que carecían de las destrezas necesarias para pasar de la idea a la construcción del producto. Se pudo apreciar que la fase de manipulación de materiales y herramientas para elaborar sus trabajos era un aspecto desconocido e incluso poco atractivo para ellos.

Fue así que muy buenas ideas se quedaron trucas, sin convertirse en soluciones tangibles, debido a la falta de experiencia manipulativa, la cual trajo como consecuencia una deserción masiva de los estudiantes participantes. Esas experiencias previas fueron muy valiosas, puesto que sirvieron para posteriormente reformular el programa, dotándolo no solo de un tiempo adecuado para instruir a los nuevos participantes en el manejo de herramientas y materiales, sino para brindarles una asesoría permanente en ese importante aspecto. Solo así se pudo llegar a una positiva culminación del programa. Esas vivencias previas, dejan en claro lo importante que es el hecho de “aprender haciendo”, para que los estudiantes ingeniosos no se queden solo como inventores teóricos.

Con la experiencia obtenida a través de esta investigación, es posible afirmar que, por lo menos para los estudiantes que participaron en el programa PEPIT-2020, ya no es válida aquella atávica creencia de que “la tecnología es un asunto exclusivo de los países desarrollados”, o que solo hay que esperar a que los importadores peruanos traigan algún nuevo artefacto o maquinaria compleja para recién atreverse a hacer una réplica. Como se señala en el Portafolio OEI (2010), se ha arraigado entre los políticos y altos tomadores de decisiones de nuestro país, la idea de que –más importante que promover el ingenio tecnológico masiva y sistemáticamente en escuelas, colegios,

institutos, y universidades– es luchar contra la pobreza, como si el primer objetivo se opusiera o excluyera al segundo.

Es justamente la conocida inventiva peruana el elemento clave que hace falta impulsar y potenciar de manera sistemática para despegar financiera y económicamente, aumentando la productividad y reduciendo por añadidura, la pobreza. Es notorio que el Perú y la mayoría de países latinoamericanos no dirigen una mirada de interés al desarrollo del ingenio tecnológico de sus habitantes para aprovecharlo como el motor de su progreso, sino más bien se aprecia que siguen apostando por explotar sus recursos naturales y venderlos tal como están.

La ancestral tradición latinoamericana de mantenerse como una región primario exportadora, la aleja cada vez más de un desarrollo autosostenido, a diferencia de lo que está sucediendo con la mayoría de pequeños países asiáticos como Taiwán, Corea del Sur, Singapur, Tailandia, o Vietnam, hoy reconocidos mundialmente como grandes exportadores de productos tecnológicos, especialmente en el campo de la ingeniería electrónica.

En cuanto al aspecto de la aplicación sistemática y masiva de programas, talleres, o cursos dirigidos a formar jóvenes peruanos diestros en el uso del ingenio tecnológico, cabe mencionar que –tal como se expuso oportunamente en el capítulo destinado al planteamiento del problema– en los centros de estudios superiores visitados por la autora, no se detectaron cursos generales o de especialidad, ya sea de carácter obligatorio u optativo, que hayan sido hechos para promover esta “súper-habilidad”, como la denomina Bray (2013), dando quizás por hecho que la capacidad inventiva de los estudiantes es innata y ya no haya nada complementario que se pueda hacer. Se ha dado por sentado que se trata de una facultad humana que ya viene en el repertorio biológico de algunos individuos privilegiados, o de una habilidad que va a surgir espontáneamente y sin mayor preparación, como consecuencia de alguna afortunada inspiración, es decir, lo que algunos han dado en llamar “el flash inventivo”.

En el ambiente académico universitario peruano, al parecer se considera suficiente el tradicional examen de admisión como un filtro que automáticamente selecciona de manera precisa con una prueba de lápiz y papel a todos aquellos jóvenes con el ingenio tecnológico altamente desarrollado, especialmente si postulan a alguna carrera ingenieril. Sin embargo, las evidencias que se desprenden de la presente investigación, demuestran, por una parte, que el ingenio tecnológico para ser un talento notoriamente útil, debe ser estimulado metódicamente, y mantenerse en un constante ejercicio, afrontando desafíos prácticos que impliquen recurrir a lo que Sternberg (1985) concibe en su Teoría Triárquica como inteligencia práctica, analítica, y creativa. Asimismo, a la inteligencia de tipo espacial, dentro de la Teoría de las Inteligencias múltiples (Gardner, 1983). Y de igual modo, a las inteligencias fluida y cristalizada (Catell, 1963).

Por otra parte, es oportuno destacar las coincidencias de lo planteado por las investigadoras Newcombe & Frick (2010), y lo realizado en esta investigación en lo que respecta a que el ingenio tecnológico es un talento humano que puede incrementarse mediante la educación. En efecto, para el caso del programa PEPIT-2020, la actividad central fue el entrenamiento gradual de los participantes teniendo como soporte cuatro estrategias psicoeducativas: SCAMPER, ASIT, TRIZ, y la Estrategia de las 8 dimensiones para el pensamiento innovador. Las sucesivas repeticiones de esta secuencia educativa virtuosa, hace cada vez más frecuente la generación de productos-solución de alta calidad. El paso siguiente debería ser patentar e industrializar esos nuevos productos para consolidar una industria tecnológica propia, como paso decisivo para sacar al país de su postración económica.

Berstein (2010), señala en las conclusiones de su investigación enfocada en el desarrollo de la fluencia tecnológica, que además de la estimulación de dicha habilidad, se vieron promovidas colateralmente una serie de otros aspectos positivos, como la confianza, la participación activa, y la adquisición de nuevos conocimientos. Éste también ha sido el caso del Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT-2020, puesto que se estimularon adicionalmente, la práctica del autoaprendizaje, el uso intenso del

pensamiento crítico, de la capacidad de análisis y de síntesis, la predisposición a solucionar problemas, y la iniciativa para tomar decisiones.

Otro detalle interesante que resulta de comparar las experiencias llevadas a cabo por Berstein (2010) y las propias de esta investigación, es el papel preponderante que para dicha investigadora tuvo el entorno de aprendizaje, resaltando que fue un factor central, que contribuyó positivamente en la estimulación de la llamada “fluencia tecnológica” de las niñas de su muestra. Para el caso del PEPIT-2020, el papel preponderante lo tuvo mas bien la curiosidad que despertaba en los jóvenes las novedosas estrategias psicodidácticas del programa y posteriormente, su automotivación para superar los crecientes desafíos que se les presentaba en cada sesión de aprendizaje y entrenamiento.

Por otro lado, son notorias las coincidencias con Berstein en la parte del planteamiento del problema que se refiere a la común confusión que hay entre tecnología y consumismo tecnológico. Una cosa es hacer uso constante de la tecnología, y otra muy distinta es hacer tecnología, indagando cómo son los artefactos por dentro, y cómo funcionan. Dicha investigadora también resalta este punto, y después de marcar una notoria distancia entre el niño consumidor y el niño creador, plantea la cuestión de cómo hacer para animar a los niños del primer grupo para que formen parte del segundo grupo (el de los creadores). En su caso, plantea básicamente como estrategia de solución, la creación de entornos de aprendizaje muy motivantes a través de talleres extraescolares que permitan a dichos niños a comunicarse amigablemente con la tecnología.

Por otra parte, cabe mencionar que, en cuanto a las investigaciones internacionales tomadas como antecedentes para contrastar las experiencias con el ingenio tecnológico, cada una de ellas tuvo un enfoque metodológico distinto. Es así que, la llevada a cabo por Smith (2015) fue un estudio cualitativo; la investigación de Berstein (2010) tuvo un enfoque mixto, y la experiencia que estuvo a cargo de Wang (2013) tuvo un enfoque

cuantitativo. En ese sentido, se pueden encontrar similitudes en los resultados de Wang con los nuestros, en el aspecto de haber logrado una notoria estimulación del pensamiento ingenieril, con la diferencia que el reporte obtenido por Wang fue indirecto, ya que –como lo indica su propia autora– la mayoría de las respuestas dadas en su encuesta, fue respondida por los padres de los niños participantes en su programa, mientras que, en el caso del PEPIT-2020, la “respuesta” o resultado, fue obtenido observando y evaluando directamente los productos–solución elaborados por los jóvenes participantes.

Los resultados obtenidos en esta investigación también nos permiten comprobar lo afirmado por las investigadoras Newcombe y Frick (2010), quienes declaran que hay suficiente evidencia para considerar que el ingenio tecnológico como aplicación crítica de la denominada inteligencia espacial, dentro de la Teoría de las Inteligencias Múltiples propuesta por Gardner (1983), puede potenciarse por medio de la educación. En ese mismo sentido, nuestro programa se engarza armónicamente con lo señalado por Petrina (2007), quien asevera que el ingenio es factible de ser enseñado y aprendido en cualquiera de las áreas de la vida del ser humano, estimulándolo a través de sus habilidades y de la manipulación de tecnologías. Debe quedar claramente entendido que el ingenio no solo apunta a inventar, sino a mejorar muchas de las cosas ya existentes. Y que cuando se habla de tecnología, no necesariamente se alude a la “tecnología de punta”, sino también a aquella que es de nivel intermedio, la cual muchas veces está más cerca a la realidad cotidiana de la población. Viendo así a la tecnología, se la libera de ese halo de misterio o imposibilidad de manipulación, para volverla una realidad al alcance de todos

La estrategia metodológica TRIZ que se aplicó durante el Programa para desarrollar el ingenio tecnológico, confluye con lo planteado por Catell (1963) en cuanto a la Inteligencia Fluida, ya que dicho investigador menciona que para la resolución de situaciones problemáticas es necesario seguir una serie de pasos ordenados y lógicos, identificando los patrones y relaciones que vienen ocultos en cada nueva dificultad. Esta

es justamente la secuencia de trabajo que se plantea en TRIZ, y cuyos resultados positivos quedan demostrados con los productos-solución elaborados por los estudiantes participantes en esta experiencia.

Como se mencionó en un artículo publicado en la versión online del Diario Gestión, (25/9/2015), el atraso tecnológico peruano no permite aprovechar las riquezas del propio territorio, como es el patético caso del mar recuperado hace pocos años en el Pacífico sur, que solo ha quedado como un acto simbólico, sin mayor beneficio. Hace falta contar con la tecnología adecuada, y ella precisa de ingenio tecnológico, y éste a su vez necesita ser promovido, no ocasionalmente, sino sistemáticamente, en escuelas, colegios y universidades. Debe quedar claro que no es suficiente el ingenio informal e improvisado, ese que brota cuando alguien está en algún apuro y tiene que solucionar un problema “como sea”. Hace falta un entrenamiento masivo metódico, gradual, organizado y coherente. Con esa finalidad se hizo el programa PEPIT-2020

Es también importante destacar la metodología escogida para medir los niveles de ingenio tecnológico en esta investigación, la cual hizo suyos los planteamientos hechos por Sternberg (1985) quien dentro de su Teoría Triárquica enfatiza que, para evaluar lo que él llama la inteligencia práctica, hay que revalorar la ejecución, el desempeño y el rendimiento de las personas en el mundo real. Esto es justamente lo que se ha hecho en esta experiencia: medir el ingenio tecnológico de los participantes no mediante una batería de pruebas de lápiz y papel, sino más bien apreciando la calidad de un producto-solución real y concreto construido por cada uno de ellos.

Un hecho importante que merece destacarse es la distinción que hace Homer-Dixon (1995) del ingenio frente a conceptos como la innovación, que implica novedad, siendo el ingenio mas bien un conjunto de ideas destinadas a resolver problemas prácticos, y que no necesariamente tienen que ser ideas nuevas. Los criterios para evaluar la calidad de los productos-solución en la presente experiencia, justamente coinciden con los planteamientos de dicho investigador canadiense, ya que lo que aquí hemos valorado

no es ni la novedad ni la originalidad de los productos-solución, sino más bien su utilidad, practicidad, seguridad, y confiabilidad.

El incremento del ingenio tecnológico obtenido por lo menos hasta el nivel intermedio con los participantes en el Programa de Estrategias Psicodidácticas para incrementar el Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020), cobra más importancia y vigencia en el mundo actual, aun cuando se trate de una facultad humana que no ha merecido tantos estudios como los que sí se han hecho con la creatividad o la innovación, talvez por ser considerada algo “obvio”, en palabras de Homer-Dixon, (1995), pero que sin embargo es la clave del progreso mundial en una era caracterizada por la omnipresencia de la Inteligencia Artificial, hija predilecta del ingenio tecnológico humano. Es por eso que investigadoras como Bray (2013), incluso hablan de esta facultad como una súperhabilidad que forma parte importante del capital intelectual humano del siglo XXI.

Con respecto a las once nuevas formas de pensar, planteadas por el MIT (2017) e incluidas en su proyecto llamado la Nueva Transformación Educativa en Ingeniería, es interesante mencionar que tales aproximaciones cognitivas fueron practicadas por los estudiantes que participaron en el Programa de Estrategias Psicodidácticas durante las fases experimentales. Así, se puede mencionar con evidencias, que los estudiantes hicieron (construyeron sus dispositivos), descubrieron (encontraron nuevas formas de solucionar problemas, con ayuda de estrategias como TRIZ), practicaron sus habilidades interpersonales (consultándose entre ellos, prestándose herramientas, compartiendo sus triunfos o frustraciones).

Del mismo modo, los estudiantes usaron su pensamiento inventivo (puesto que generaron ideas nuevas y las aplicaron para ver si funcionaban). Aplicaron el pensamiento sistémico (al momento de planificar las mejoras a sus dispositivos y anticipar un posible resultado). También echaron mano del pensamiento analítico (al trabajar en fases, y siguiendo un método, no al azar). Aplicaron el pensamiento experimental (al pasar de la teoría a la práctica), y también hicieron uso del pensamiento

humanista (al escoger un problema común de la gente, con el propósito de satisfacer una necesidad sentida por la comunidad).

Finalmente, en el aspecto filosófico, cabe reflexionar que, si bien es evidente que el ingenio humano ha llevado a la tecnología a límites hasta hace poco impensables, ésta a su vez ha cambiado la vida de sus inventores y de la humanidad en general, modificando radicalmente sus relaciones sociales, económicas, y hasta familiares. Es por ello oportuno tomar conciencia del enorme poder del ingenio tecnológico humano, una habilidad que, de acuerdo a la información consultada para esta investigación, aún no genera mucho interés académico en nuestro país, pero que a todas luces ha sido y es el impulsor constante del nuevo paradigma filosófico que rige e interpreta la dinámica del mundo actual.

CONCLUSIONES

1) Existe en la literatura científica abundante investigación acerca de la creatividad, pero muy poca acerca del ingenio humano, el cual es con frecuencia confundido con aquella. El ingenio destaca por su utilidad y practicidad; además de no necesitar ser ni original ni novedoso.

2) Con el Programa de Estimulación del Ingenio Tecnológico (PEPIT-2020), fue posible incrementar los niveles de ingenio tecnológico de quienes participaron en el. Es así que se cumplieron las cuatro condiciones establecidas en el Diseño de Cuatro Grupos de Solomon, con las que se demuestra la influencia o impacto de la variable independiente sobre la dependiente.

3) Evidencia tangible del incremento del ingenio tecnológico, fue la calidad superior de los productos que los participantes en los dos grupos experimentales idearon, diseñaron, y construyeron, frente a aquellos hechos por los grupos de control.

4) Se puso en evidencia el importante rol que cumple la Psicodidáctica como disciplina combinada que concentra los mejores aportes de la Psicología y la Didáctica, afinando los procesos de enseñanza-aprendizaje, fundamentales para dotar de eficacia a programas como el aquí presentado.

5) Los resultados obtenidos en esta investigación permiten concluir, además, que el ingenio tecnológico es una facultad humana factible de mejorarse, a condición de ser estimulada sistemáticamente mediante programas psicodidácticos como el PEPIT-2020.

RECOMENDACIONES

Las autoridades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos deberían considerar dentro de la malla curricular para Estudios Generales, la inclusión de una asignatura llamada *Desarrollo del Ingenio Tecnológico*, para las diversas áreas académicas, en especial para las de Ciencias de la Salud, Ciencias Básicas, y las Ingenierías. Esto acrecentaría no solo el caudal de la inventiva juvenil sanmarquina con el consiguiente incremento de patentes y artículos científicos, sino el ingenio tecnológico de sus profesionales egresados, quienes poco a poco irían cimentando una sólida tecnología nacional, no solo con fines de autoabastecimiento, sino incluso con posibilidades de exportación; superando de una vez por todas la triste y secular imagen del Perú como país vendedor de materias primas. La autora de esta investigación, ya ha elaborado un Sílabo Piloto como un primer paso concreto para impulsar dicha propuesta.

Es tiempo ya de vincular a la academia con la industria de manera más directa y concreta, con investigaciones aplicadas, orientadas a solucionar los problemas prácticos y necesidades cotidianas que aquejan a nuestro país. El prestigio mundial de universidades como el MIT –cuna de premios Nobel– ha sido logrado precisamente por la estrechísima vinculación entre la investigación y la industria, traducida en el ingenio tecnológico de sus estudiantes y docentes en todas sus especialidades, no solo en las ingenierías.

En Psicología ya hay suficiente investigación teórica o “de escritorio”, donde son frecuentes los estados del arte, las comparaciones de unas teorías contra otras, o las inertes mediciones de hechos. Es ya tiempo de salir de esa zona poco fértil para dar el siguiente paso: imaginar, diseñar y elaborar tangibles soluciones prácticas en beneficio de la gente.

REFERENCIAS

Acumen (s.f). *Fluid Intelligence and Crystallized Intelligence*.

<https://sites.google.com/site/learningcybernetics/fluid-and-crystallized-intelligence>

Albornoz, M. (octubre, 2002). Situación de la Ciencia y la Tecnología en las

Américas. *Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo, y Educación Superior*.

<http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=zpH3fOQKKKI%3>

Alpiquián, A. (marzo, 2015) Siete estrategias para mejorar tu creatividad e ingenio.

Alto Nivel. <http://www.altonivel.com.mx/49658-7-estrategias-para-mejorar-tu-creatividad-e-ingenio.html>

Al-Rodhan, N. (marzo, 2015) The many ethical implications of emerging

technologies. *Scientific American Journal – Electronic Version*.

<https://www.scientificamerican.com/article/the-many-ethical-implications-of-emerging-technologies/>

Altshuller, G. (1996). *The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)*. 2nd edition. :

Technical Innovation Center.

American Psychological Association (2020) *Publication manual of the American*

Psychological Association (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>

American Psychological Association (2002) *Glossary of Psychological Terms*.

<http://www.apa.org/research/action/glossary.aspx?tab=3>

Andalucía.es (Productor). (2013). *Conferencia sobre tecnologías emergentes*. (Video)

<https://www.youtube.com/watch?v=sqW480D8Qxk>

Arenas, C. (2009) La Investigación, la Tecnología y la Psicología: opuestos,

complementarios, o integrados. *Revista de Investigación en Psicología – UNMSM* 12(1), 239 – 245.

Arnold, D. (mayo, 2014). The essential difference: Ingenuity Vs Creativity. *The*

Ingenuity Guru. <https://ingenuityguru.wordpress.com/2014/05/05/the-essential-difference-ingenuity-vs-creativity/>

Ávalos, J. (2006) *Ciencia y Tecnología en el Perú* (Informe del Concejo Nacional de

Ciencia y Tecnología) CONCYTEC

- Bandura, A. (marzo, 1977). Self-Efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2). 191–215.
<https://www.uky.edu/~eushe2/Bandura/Bandura1977PR.pdf>
- Bandura, A. y Walters, R. (1976) *Aprendizaje social y desarrollo de la personalidad*.
https://issuu.com/leosantos59/docs/bandura_albert_y_walters_richard_h_
- Bernstein, D. L. (2010). *Developing technological fluency through creative robotics*. [Tesis doctoral, University of Pittsburg] http://d-scholarship.pitt.edu/8780/1/Bernstein_FINAL_810.pdf
- Bergland, C. (diciembre, 2013) Too much crystallized thinking lowers fluid intelligence. *Psychology Today*. <https://www.psychologytoday.com/blog/the-athletes-way/201312/too-much-crystallized-thinking-lowers-fluid-intelligence>
- Bijou, S.W., y Rayek, E. (1978) *Análisis Conductual aplicado a la instrucción*. Trillas.
- Bijvoet-van den Berg, S. & Hoicka, E. (2014) Individual differences and age-related changes in divergent thinking in toddlers and pre-schoolers. *Developmental Psychology*, 50(6), 1629 – 1639. <http://dx.doi.org/10.1037/a0036131>
- Boyd, D. (abril, 2013) Systematic Inventive Thinking. *Psychology Today*.
<https://www.psychologytoday.com/blog/inside-the-box/201304/systematic-inventive-thinking>
- Bray, D. H. (agosto, 2013) Ingenuity: a new super skill, a new assessment challenge, a new national conversation. *Assessment Update*.
<http://www.assessmentupdate.com/sample-articles/ingenuity-a-new-super-skill-a-new-assessment-challenge-a-new-national-conversation.aspx>
- Bunge, M. (1966) Technology as applied science. *Technology and Culture* 7: 329–347.
- Campbell D. & Stanley, J. (1978) *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu
- Carvajal, A. (2007) La Filosofía de la Tecnología como disciplina. *CORIS – Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. (4)1 – ISSN 1659–2387

<http://www.circulodecartago.org/wp-content/uploads/2012/08/La-filosofia-de-la-tecnolog%C3%ADa-como-disciplina.pdf>

Cherry K. (abril, 2017) Fluid Intelligence vs. Crystallized Intelligence. *Very Well*.

<https://www.verywell.com/fluid-intelligence-vs-crystallized-intelligence-2795004>

CNAPI – INDECOPI (2017) Convención Nacional Anual de Patentes e Invenciones.

<http://cnapi.pe>

Colangelo N., Assouline S.G., Kerr B., Huesman R., y Johnson D. (febrero, 1993)

Mechanical Inventiveness: A Three-Phase Study. *CIBA Foundation symposium* 178:160-70; discussion 170-4. <http://10.1002/9780470514498.ch10>

CONCYTEC (2014) *Memoria Institucional 2014*. <https://portal.concytec.gob.pe/>

Cropley, D. (2015) *Creativity in Engineering: Novel solutions to complex problems*.

Mawson Lakes: Academic Press.

<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780128002254>

De Corte, E. (2001) Instructional Psychology. *International Encyclopedia of the Social & Behavioural Sciences*. 7569 - 7573. <http://10.1016/B0-08-043076-7/02382-2>

De Filippi, A. (23 de febrero de 2012). Ciencia y tecnología en el Perú. *Diario Gestión*.

Diccionario de la Real Academia Española (2020) Versión online. <http://dle.rae.es/>

Driscoll, M.P. (2000) *Psychology of Learning for Instruction*.

[http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/9013/mod_resource/content/1/driscoll-ch10%20\(1\).pdf](http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/9013/mod_resource/content/1/driscoll-ch10%20(1).pdf)

EduTEKA (s.f.) *La Taxonomía de Bloom y sus Actualizaciones*.

<http://www.eduteka.org/pdfdir/TaxonomiaBloomCuadro.pdf>

EMTECH (2012) *Conferencia de Tecnologías Emergentes*. (Video en línea)

<https://www.youtube.com/watch?v=sqW480D8Qxk>

Encyclopaedia Britannica (2017) *History of Technology*.

<http://global.britannica.com/technology/history-of-technology>

- Feenberg, A. (2003) *What Is Philosophy of Technology?* – Lecture for the Komaba undergraduates (University of Tokyo).
<http://www.sfu.ca/~andrewf/komaba.htm>
- Ferguson, R. (2014) Innovation vs. Ingenuity as Core Values. Is there a difference? *Ferguson Values Blog*. <http://fergusonvalues.com/2014/10/innovation-vs-ingenuity-as-core-values-is-there-a-difference/>
- Foro por la CTI (15 de febrero de 2011) Manifiesto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. *Perú 21* p. 11
- Franken, R. (1993) *Human Motivation*.
<https://www.csun.edu/~vcpsy00h/creativity/define.htm>
- Fundació Terra (2008) Tecnologías apropiadas. *Perspectiva Ambiental* (42) p.1
http://www.fundaciontierra.es/sites/default/files/web_antiga/es/data/pa42es.pdf
- Gadd, K. (2011) *TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*. John Wiley & Sons Incorporated.
- Gardner, H. (11 de diciembre de 2011) *De las Inteligencias Múltiples a la Educación personalizada*. Entrevista de Punset, E. (Video en línea) Director del blog Redes para la Ciencia. <http://www.redesparalaciencia.com/6491/redes/redes-114>
- Gershenfeld, N. (2007). Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication. <https://tllab.org/wp-content/uploads/2019/02/2013.Book-B.Digital.pdf>
- González, K. y Aller, L. (2018) Maker movement in education: maker mindset and makerspaces. *Research Gate*.
https://www.researchgate.net/publication/323401154_Maker_movement_in_education_maker_mindset_and_makerspaces
- Goñi, A. (1996) Investigar en Psicodidáctica. *Revista de Psicodidáctica* 1- 5-14
www.ehu.es/ojs/index.php/psicodidactica/281
- Grajeda, A. (2018) Construcción y validación de un test de aptitud funcional selectora visual en estudiantes de escuelas estatales del primer grado de primaria del distrito de Jesús María, 2018. Tesis de doctorado (UNMSM).

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21249/Grajeda_MAT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hemlin, S., Allwood, C., y Martin, B. (2004) *Creative Knowledge Environments: The influences on Creativity in Research and Innovation*. Edward Elgar Publishing Limited.

<http://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=f7oxVgBdsh8C&oi=fnd&pg=PR7&dq>

Hennessey, B. A. y Amabile, T.M. (1998). Reality, intrinsic motivation, and creativity, *American Psychologist*, 53(6) pp. 674 – 675. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.53.6.674>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª Ed.). McGraw Hill.

Henriksen, D., Mishra P., & the Deep-Play Research Group (2014) Twisting knobs and connecting things: Rethinking Technology & Creativity in the 21st Century. *Tech Trends – Michigan State University*, 58(1), 15 – 19.

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11528-013-0713-6>

Homer – Dixon, T. (2000) *The Ingenuity Gap*. Random House Inc.

<http://www.ingenuitygap.com/theory.html>

Homer – Dixon, T. (1995) The Ingenuity Gap: Can poor countries adapt to resource scarcity? *Population and Development Review*. 21(3), 587 – 612.

<http://www.homerdixon.com/projects/ingen/ingen.htm>

Horowitz, R. (September 2001) ASIT's five thinking tools with examples. *TRIZ Journal*.

Horowitz, R. (2001) *From TRIZ to ASIT in 4 steps*.

Horowitz, R. & Maimon, O. (1997) *Creative design methodology and the SIT method*, *Proceedings of DETC'97*. ASME Design Engineering Technical Conference.

Hronszky, I. (1998) Algunas observaciones sobre la reciente filosofía de la tecnología en Europa: El caso de Alemania. *Teorema – Revista Internacional de Filosofía*. (17)3. <http://www.oei.es/historico/salactsi/teorema06.htm>

- Hsu, Y-Ch., Baldwin, S., & Chin, Y-H (2017) Learning through Making and Maker Education. *Springer – Association for Educational Communications & Technology*. <http://10.1007/s11528-017-0172-6>
- Incaland.com (2008) *Pedro Paulet Mostajo: Pionero de la Astronáutica Mundial*. <http://www.incaland.com/PedroPaulet/introduccion.htm>
- Inventar (2008) *Pedro Ruiz Gallo*. http://www.inventarperu.com/index.php?fp_verpub=true&idpub=114
- Instituto de Tecnología de Massachusetts (2014) *A “maker” education* <http://news.mit.edu/2014/a-maker-education-0708>
- Instituto de Tecnología de Massachusetts (2017) Putting projects at the forefront. <http://news.mit.edu/2017/putting-projects-forefront-neet-pilot-engineering-1006>
- Instituto de Tecnología de Massachusetts (2017) NEET: New Engineering Education Transformation. <http://neet.mit.edu/>
- Instituto Tecnológico de Monterrey (s.f.) *Las Estrategias y técnicas didácticas en el rediseño*. <http://sitios.itesm.mx/va/dide2/documentos/casos.PDF>
- Internet Encyclopedia of Philosophy (2016) *Philosophy of Technology*. <http://www.iep.utm.edu/technolo/>
- Kafai, Y. B., Fields, D. A., & Searle, K. A. (2014) Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools. *Harvard Educational Review*, 84(4) <https://www.researchgate.net/publication/277928108>
- Kaku, M. (2014) *The future of the Mind. The Scientific Quest to understand, Enhance and Empower the Mind*. Allen Lane.
- Kersting, K. (2003) What exactly is Creativity? *American Psychological Association* (34)10 40. <http://www.apa.org/monitor/nov03/creativity.aspx>
- Kim, L (1997) *Imitation to Innovation: The dynamics of Korea’s Technological Learning*. U.S.A.: Harvard College. <http://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=ey2ZoWyc2jQC&oi=fnd&pg=PR7&dq>

- Kowalick, James (1998) Psychological inertia. *The Triz journal*. <https://triz-journal.com/psychological-inertia/>
- Lewis, T. (2009) Creativity in Technology Education: providing children with glimpses of their inventive potential. *International Journal of Technology and Design Education - University of Minnesota*, 19(3), 255 - 268
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10798-008-9051-y#page-1>
- Lienhard, J. (2003) *The Engines of our Ingenuity*. Oxford University Press
- Marquit, E. (1995) Philosophy of Technology. *Encyclopedia of Applied Physics*. (13)1
School of Physics and Astronomy, University of Minnesota, Minneapolis.
<http://www.tc.umn.edu/~marqu002/techphil.html>
- Matheson, R. (2014) A maker education. MIT News office.
<http://news.mit.edu/2014/a-maker-education-0708>
- Marticorena, B. (2007) *Ciencia, Tecnología, y Sociedad en el Perú*. Memoria. CONCYTEC <http://www.oei.es/salactsi/memoriaconcytec20012006.pdf>
- Mergel, B. (1998) *Diseño Instruccional y Teoría del Aprendizaje*.
<http://www.csudh.edu/dearhabermas/lrnthry01bk.pdf>
- Merriam - Webster Dictionary (2020) Version online. *Ingenuity*.
<http://www.merriam-webster.com/dictionary/INGENUITY>
- Minds Tools Editorial Team (2016) *Gagne's nine levels of learning*.
<https://www.mindtools.com/pages/article/gagne.htm>
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Taiwán (2016). *Esbozo de la República de China*.
- Mishra, P.& the Deep-Play Research Group (2012) Rethinking Technology & Creativity in the 21st Century. Crayons are the future. *Tech Trends Journal - Michigan State University*, 56 (5), 13 - 16.
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11528-012-0594-0?LI=true#page-1>
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*
<http://coebioetica.salud-oaxaca.gob.mx/biblioteca/libros/ceboax-0004.pdf>

- Mitchell, W., Inouye, A., & Blumenthal, M. (2003) *Beyond productivity: Information, Technology, Innovation, and Creativity*. U.S.A: National Research Council.
<http://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=O6GcAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&d>
- Monroe J. y Samamé S. (2013) La Creatividad de los estudiantes de Educación Básica y Superior de Huancayo. *Horizonte de la Ciencia* 3(5). 75 - 82.
<http://www.uncp.edu.pe/revistas/index.php/horizontedelaciencia>
- Muñiz, J. (2010). Las teorías de los tests: teoría clásica y teoría de respuesta a los ítems. *Papeles del Psicólogo* 31 (1) pp. 57-66.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-KnC2SAmEl8J:www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1796.pdf+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Muskens, O. (2012) *Doing multidisciplinary research*. Survival Blog for Scientists.
http://www.sciencesurvivalblog.com/getting-published/doing-multidisciplinary-research_6495
- Neil, J. (2007) *Personality and Individual Differences*.
<http://wilderdom.com/personality/index.html>
- Newcombe, N. & Frick, A. (2010) Early Education for Spatial Intelligence: Why, What, and How. *Mind, Brain and Education Journal* (4)3: 102 - 111
http://spatiallearning.org/publications_pdfs/4nora.pdf
- Online Etymology Dictionary (2020) *Ingenuity*.
<http://www.etymonline.com/index.php>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2010) *Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica en Lima* (1° Ed.) Portafolio OEI.
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2010) *Emergencia de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) en el Perú* (1° Ed.) Portafolio OEI.

- Ortega y Gasset (1933) *Meditación de la Técnica*. Conferencias dadas en la Universidad de Santander.
http://www.iesribalta.net/html/12001228/Ortega_Meditacion_tecnica.pdf
- Ortiz, E. y Piguave V. (2015) La comprensión psicodidáctica de la creatividad. *Revista de Integración Académica en Psicología*. 3(9) <https://integracion-academica.org/anteriores/12-volumen-2-numero-4-2014/42-la-comprension-psicodidactica-de-la-creatividad>
- Ortiz E. y Mariño M. (2012) Psicodidáctica y Educación Superior. *El proceso de Enseñanza-Aprendizaje Universitaria desde una concepción psicodidáctica*.
<http://cvi.mes.edu.cu/redees/wp-content/uploads/2012/12/Psicodidactica-y-Educacion-Superior.-La-co.pdf>
- Osborn, A. F. (1963) *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*, 3rd edition. Scribner
- Oxford Bibliographies (2015) *Philosophy of Technology*.
<http://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780195396577/obo-9780195396577-0118.xml>
- Pain, E. (2003) Multidisciplinary Research. Today's hottest Buzzword? *Science*. 299 (5603)
http://sciencecareers.sciencemag.org/career_magazine/previous_issues/articles/2003_01_03/nodoi.16570029665485298080
- Petrina, S. (2007) *Advanced teaching methods for the technology classroom*. Infosci.
<http://people.uwplatt.edu/~steck/Petrina%20Text/Table%20of%20Contents.pdf>
- Plucker, J. A., & Esping, A. (Eds.). (2014). *Human intelligence: Historical influences, current controversies, teaching resources*.
<http://www.intelltheory.com/rcattell.shtml>
- Pontificia Universidad Católica del Perú (2017) *Estudios Generales Ciencias - Sumillas*. <http://facultad.pucp.edu.pe/generales-ciencias/informacion-para-el-estudiante/sumillas/>

- Punset, E. (27 de noviembre de 2012) ¿Cómo dos formas de pensar diferentes nos ayudan a resolver un problema e innovar? *Redes para la Ciencia*.
<https://www.alansaludmental.com/documentales-sobre-sm/redes-para-la-ciencia/>
- Psychology Glossary (2016) *Fluid Intelligence*.
<http://www.alleydog.com/glossary/definition.php?term=Fluid%20Intelligence>
- Raviv, D. (2002) *Eight-dimensional methodology for innovative thinking, Proceedings of the American Society for Engineering Education*. Annual Conference & Exposition. <https://www.semanticscholar.org/paper/Eight-Dimensional-Methodology-For-Innovative-Raviv/be4bb50600ef7bd620448faa8cfd7c42e3104fe>
- Raviv, D. (2004) *Hands-on Activities for Innovative Problem Solving*. Florida: American Society for Engineering Education.
https://web.stanford.edu/group/ree/archives/archive07/usa/notes/2004-897_Final.pdf
- Rodríguez, M. (1983) *Manual de Creatividad. Los Procesos psíquicos y el desarrollo*. Trillas.
- Sagasti, F. (2011) *En busca del tiempo perdido: Ciencia, Tecnología e Innovación en el Perú*. Foro Nacional Internacional.
http://www.franciscosagasti.com/descargas/publicaciones_02/en-busca-tiempo-perdido.pdf
- Sánchez, H, y Reyes, C. (2015) *Metodología y Diseños en la investigación científica*. Business Support Aneth SRL
- Skinner, B. F. (1969). *Ciencia y conducta humana*. Fontanella.
- Smith, B. (2015) *The Learning of Human Ingenuity Within a Formal, Environmental Education Program: A Case Study of Two Secondary School Programs*. (Tesis de maestría. Western University)
<http://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=4759&context=etd>
- Sociedad Nacional de Industrias (25 de Setiembre de 2015) 20 conserveras están casi paralizadas por restricciones de PRODUCE Diario *Gestión*.

<http://gestion.pe/economia/sni-20-conservas-estan-casi-paralizadas-restricciones-produce-2143838>

Song Yih Lin; y Chang Tzuoh Wu (Mayo, 2016). Application of TRIZ inventive principles to innovate recycling machine – *SAGE Journals*.

<http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1687814016647303>

Standage, T. (2008) *El futuro de la tecnología*. (1ª Ed.) Cuatro Media

Stanford Encyclopedia of Philosophy (2016) *Philosophy of Technology*.

<http://plato.stanford.edu/entries/technology/>

Sternberg, R. (1985) *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence* (1ª Ed.)

Cambridge University Press.

<https://books.google.co.uk/books?hl=en&lr=&id=jmM7AAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=CONTEXTUAL+INTELLIGENCE+STERNBERG>

Sulzer, B., Azaroff, G. & Mayer, R. (1977) *Procedimientos del Análisis Conductual Aplicado con niños y jóvenes*. Trillas.

Supo, J. (2013) *Cómo validar un instrumento*. Autor

Szöke-Milinte, E. (2013) Didactic Teaching Strategies For Successful Learning.

PedActa 3 (2) 49–58

http://padi.psiedu.ubbcluj.ro/pedacta/article_3_2_5.pdf

Thring, M. & Laithwaite E. (1977) *How to invent*. The Macmillan Press Ltd.

Trewhella, J. (2009) *La investigación multidisciplinaria –un motor esencial para la innovación*. Global Highered.

<https://globalhighered.wordpress.com/2009/06/26/multidisciplinary-research-an-essential-driver-for-innovation/>

Universidad Nacional de Ingeniería (2016) *Plan curricular*.

<http://fiec.uni.edu.pe/organizacion/escuelas-profesionales/ingenieria-electronica/plan-curricular-de-ingenieria-electronica>

Wang, J. (2013) Ingenuity in Action. Connecting Tinkering to Engineering Design Processes. *Journal of Pre College Engineering Education Research*.3 (1). 1 – 21.

<http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1077&context=jpeer>

- Wang, J. (2014) Design Challenges at a Science Center: Are Children Engineering?
AERA Online Paper Repository 1–27 <http://www.aera.net/repository>
- Weber, R. & Perkins, D. (1992) *Inventive Minds: Creativity in Technology*. Oxford University Press.
<http://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=VU885vUQ9bQC&oi=fnd&pg=PP2&dq=C>
- Yu-Chang Hsu, Sally Baldwin & Yu-Hui Chin (2017) Learning through Making and Maker Education. *Springer – Association for Educational Communications & Technology*. DOI <http://10.1007/s11528-017-0172-6>
- Zhang, H., Liu, J., y Zhang, Q. (2014) Neural representations for the generation of inventive conceptions inspired by adaptive feature optimization of biological species. *Cortex* (50) 162 – 173. <http://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.01.015>

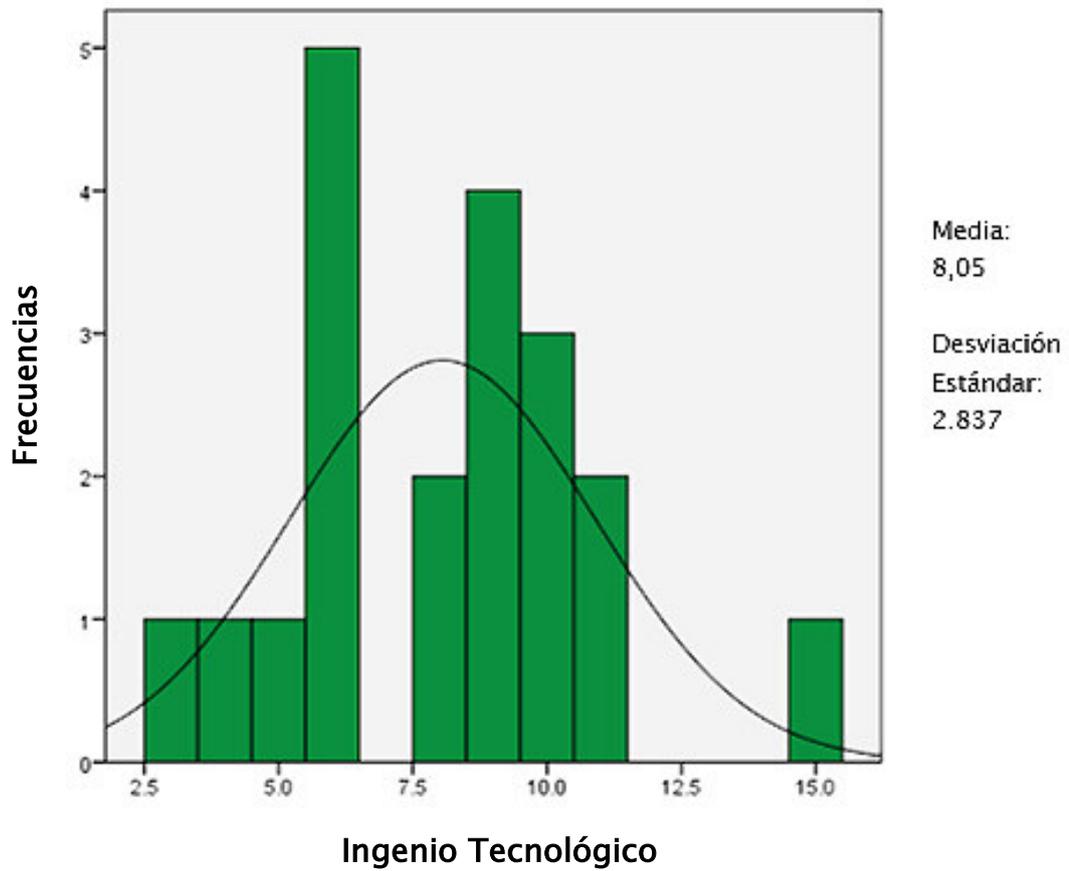
ANEXOS

ANEXO 1

PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO–WILK ($n < 50$)	
Hipótesis	Ho: La variable Ingenio tecnológico tiene una distribución normal H1: La variable Ingenio tecnológico no tiene una distribución normal
Significancia (α)	0,05
Valor calculado	0,955
P-Valor (p)	0,442
Decisión	Si $p > \alpha$ entonces se acepta Ho Caso contrario, se acepta H1 $0,442 > 0,05$ Por lo tanto, se acepta Ho
Conclusión	La variable Ingenio Tecnológico sí tiene una distribución normal Ante esta evidencia, se decidió emplear la Prueba Paramétrica <i>t de Student</i> para analizar las equivalencias entre las medias de las muestras que fueron motivo de investigación.

ANEXO 2

HISTOGRAMA DE LA VARIABLE ALEATORIA INGENIO TECNOLÓGICO
CON SU CAMPANA DE GAUSS MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN NORMAL
DE DATOS



ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	METODOLOGÍA															
¿Qué impacto puede tener en un grupo de jóvenes universitarios la aplicación de un Programa de Estrategias Psicodidácticas destinado al incremento del ingenio tecnológico?	<p>GENERAL</p> <p>Demostrar la eficacia de un Programa de estrategias psicodidácticas destinado a incrementar el ingenio tecnológico en un grupo de estudiantes universitarios.</p> <p>ESPECÍFICO</p> <p>Apreciar los niveles de ingenio tecnológico alcanzados por los participantes a través de la calidad sus productos.</p>	<p>BASES TEÓRICAS</p> <p>El enfoque teórico de Homer-Dixon</p> <p>El enfoque teórico de Dorothy Bray</p> <p>El enfoque teórico de Stephen Petrina</p> <p>Newcombe & Frick y la revaloración de la Inteligencia Espacial de Gardner</p> <p>La teoría de la Inteligencia Fluida, planteada por Raymond Catell</p> <p>La teoría de la Inteligencia Práctica, planteada por Robert J. Sternberg</p> <p>El planteamiento de las "Nuevas Formas de Pensar" del MIT</p> <p>Los cinco Principios NEET</p> <p>Maker Education</p> <p>ANTECEDENTES</p> <p>Smith, B. (2015)</p> <p>MIT (2014)</p> <p>Wang, J. (2013)</p> <p>Berstein (2010)</p> <p>Indecopi (2016)</p> <p>Concytec (2014)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Definición</th> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> <th>Instrumentos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V.I El Programa de Estrategias Psicodidácticas</td> <td>Grupo de estrategias psicodidácticas destinadas a incentivar el ingenio tecnológico de los estudiantes de la muestra</td> <td> <p>Dilatación</p> <p>Directiva</p> <p>Práctica</p> </td> <td> <p>Nivel de apropiación percibida</p> <p>Calidad de las exposiciones</p> <p>Opinión o reacciones por el programa</p> <p>Motivación generada</p> <p>Uso de las actividades</p> <p>Utilidad para diseñar y construir la solución</p> </td> <td> <p>Escala de actitudes</p> </td> </tr> <tr> <td>V.O El ingenio tecnológico</td> <td>Habilidad de los participantes del programa para ofrecer soluciones prácticas a problemas técnicos sencillos.</td> <td> <p>Utilidad</p> <p>Precisión</p> <p>Seguridad</p> <p>Confabilidad</p> </td> <td> <p>Cantidad de beneficios al usuario o consumidor</p> <p>Calidad de la solución ofrecida y facilidad de manejo</p> <p>Minimización de riesgos en la manipulación y funcionamiento</p> <p>Disponibilidad para ser utilizado de inmediato</p> </td> <td> <p>Guía de POC (Criterios de Calificación del producto)</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>H1 Los participantes del programa EIT idearán, diseñarán y construirán soluciones tecnológicas de mejor calidad que las del Grupo de Control.</p>	Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	V.I El Programa de Estrategias Psicodidácticas	Grupo de estrategias psicodidácticas destinadas a incentivar el ingenio tecnológico de los estudiantes de la muestra	<p>Dilatación</p> <p>Directiva</p> <p>Práctica</p>	<p>Nivel de apropiación percibida</p> <p>Calidad de las exposiciones</p> <p>Opinión o reacciones por el programa</p> <p>Motivación generada</p> <p>Uso de las actividades</p> <p>Utilidad para diseñar y construir la solución</p>	<p>Escala de actitudes</p>	V.O El ingenio tecnológico	Habilidad de los participantes del programa para ofrecer soluciones prácticas a problemas técnicos sencillos.	<p>Utilidad</p> <p>Precisión</p> <p>Seguridad</p> <p>Confabilidad</p>	<p>Cantidad de beneficios al usuario o consumidor</p> <p>Calidad de la solución ofrecida y facilidad de manejo</p> <p>Minimización de riesgos en la manipulación y funcionamiento</p> <p>Disponibilidad para ser utilizado de inmediato</p>	<p>Guía de POC (Criterios de Calificación del producto)</p>	<p>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>Cuantitativo</p> <p>TIPO</p> <p>Aplicada</p> <p>MÉTODO</p> <p>Experimental</p> <p>DISEÑO</p> <p>Quasiexperimental</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Estudiantes universitarios</p> <p>MUESTRA</p> <p>16 estudiantes de EE.GG. de la UNMSM</p> <p>TIPO DE MUESTRA</p> <p>No probabilística</p>
Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos															
V.I El Programa de Estrategias Psicodidácticas	Grupo de estrategias psicodidácticas destinadas a incentivar el ingenio tecnológico de los estudiantes de la muestra	<p>Dilatación</p> <p>Directiva</p> <p>Práctica</p>	<p>Nivel de apropiación percibida</p> <p>Calidad de las exposiciones</p> <p>Opinión o reacciones por el programa</p> <p>Motivación generada</p> <p>Uso de las actividades</p> <p>Utilidad para diseñar y construir la solución</p>	<p>Escala de actitudes</p>															
V.O El ingenio tecnológico	Habilidad de los participantes del programa para ofrecer soluciones prácticas a problemas técnicos sencillos.	<p>Utilidad</p> <p>Precisión</p> <p>Seguridad</p> <p>Confabilidad</p>	<p>Cantidad de beneficios al usuario o consumidor</p> <p>Calidad de la solución ofrecida y facilidad de manejo</p> <p>Minimización de riesgos en la manipulación y funcionamiento</p> <p>Disponibilidad para ser utilizado de inmediato</p>	<p>Guía de POC (Criterios de Calificación del producto)</p>															

ANEXO 4

INFORMACIÓN DE ENTRADA

Nombre y apellido: _____

Edad: _____

Carrera: _____

MARCA CON UNA "X" SEGÚN CORRESPONDA

		SI	NO	ALGO
1	Te interesa ver cómo son los aparatos por dentro. Incluso te gustaría desarmarlos para ver cómo funcionan			
2	Si se malogra un aparato sencillo, tratas de repararlo			
3	Eres una persona curiosa			
4	Te gustaría inventar cosas que solucionen problemas comunes			
5	Sabes usar herramientas manuales como: martillo, desarmador, alicate, sierra, lezna, pelador de cables			
6	Sabes aplicar materiales como cola sintética, silicona, terokal, masilla, pintura			
7	Sabes usar algunas herramientas eléctricas sencillas, como: cautín, pistola de silicona, taladro.			
8	Puedes darte tiempo para asistir a las sesiones del Programa EIT			
9	No solo te gustaría dar ideas o diseños, sino HACER con tus manos un invento de verdad			
10	Crees que podrás darte tiempo para elaborar tu proyecto hasta terminarlo			

DATOS PARA SER LLENADOS POR LA EVALUADORA

	Total
SI	
NO	
ALGO	

Acepto participar en este Programa:

Firma

ANEXO 5

**ESCALA DE MEDICIÓN DEL INGENIO TECNOLÓGICO
A TRAVÉS DEL MEJORAMIENTO DE UN DISPOSITIVO
(EMIT-2020)**

Participante

Nombre del dispositivo.....

VALORACIÓN 1

CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMBIOS REALIZADOS			
Perjudiciales	Intrascendentes	Aceptables	Destacables
0	1	2	3

VALORACIÓN 2

VALOR TÉCNICO DEL DISPOSITIVO MEJORADO					
FACTOR	Ninguna	Alguna	Considerable	Destacable	Extraordinaria
↓	0	1	2	3	4
Utilidad					
Practicidad					
Seguridad					
Confiabilidad					

ANEXO 6

ENCUESTA DE OPINIÓN

Nombre y apellido:

Edad:

Profesión que estudias.....

INSTRUCCIONES

Para cada afirmación, coloca un aspa sobre el número que mejor exprese tu reacción.

NÚMEROS	INTENSIDAD DE LA RESPUESTA
0	No estoy de acuerdo
1	En parte estoy de acuerdo
2	Sí estoy de acuerdo
3	Estoy plenamente de acuerdo

1) El tiempo ha sido la principal dificultad que tuve para terminar mi proyecto

0	1	2	3
---	---	---	---

2) Si hubiese tenido las herramientas adecuadas, mi dispositivo sería mejor

0	1	2	3
---	---	---	---

3) Las técnicas del programa fueron muy útiles para hacer mi trabajo

0	1	2	3
---	---	---	---

4) Antes del programa no se me hubiese ocurrido hacer el dispositivo que he hecho

0	1	2	3
---	---	---	---

5) Cualquiera puede dar buenas ideas, pero construir las es lo realmente importante

0	1	2	3
---	---	---	---

6) Para realizar esta actividad es clave saber manejar algunas herramientas.

0	1	2	3
---	---	---	---

7) Me agradó esta actividad

0	1	2	3
---	---	---	---

8) La asesoría virtual me dio información novedosa

0	1	2	3
---	---	---	---

9) Sería mejor si el programa tuviese más sesiones presenciales

0	1	2	3
---	---	---	---

10) Me gustaría continuar con nuevos proyectos, incluso más complejos que éste

0	1	2	3
---	---	---	---

ANEXO 7

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1) El tiempo ha sido la principal dificultad que tuve para terminar mi proyecto

2	No estoy de acuerdo
3	En parte estoy de acuerdo
10	Sí estoy de acuerdo
5	Estoy plenamente de acuerdo

2) Si hubiese tenido las herramientas adecuadas, mi dispositivo sería mejor

1	No estoy de acuerdo
1	En parte estoy de acuerdo
13	Sí estoy de acuerdo
5	Estoy plenamente de acuerdo

3) Las técnicas del programa fueron muy útiles para hacer mi trabajo

0	No estoy de acuerdo
2	En parte estoy de acuerdo
7	Sí estoy de acuerdo
11	Estoy plenamente de acuerdo

4) Antes del programa no se me hubiese ocurrido hacer el dispositivo que he hecho

0	No estoy de acuerdo
6	En parte estoy de acuerdo
7	Sí estoy de acuerdo
7	Estoy plenamente de acuerdo

5) Cualquiera puede dar buenas ideas, pero construirlas es lo realmente importante

0	No estoy de acuerdo
2	En parte estoy de acuerdo
7	Sí estoy de acuerdo
11	Estoy plenamente de acuerdo

6) Para realizar esta actividad es clave saber manejar algunas herramientas.

0	No estoy de acuerdo
4	En parte estoy de acuerdo
12	Sí estoy de acuerdo
4	Estoy plenamente de acuerdo

7) Me agradó esta actividad

0	No estoy de acuerdo
0	En parte estoy de acuerdo
11	Sí estoy de acuerdo
9	Estoy plenamente de acuerdo

8) La asesoría virtual me dio información novedosa

0	No estoy de acuerdo
1	En parte estoy de acuerdo
8	Sí estoy de acuerdo
11	Estoy plenamente de acuerdo

9) Sería mejor si el programa tuviese más sesiones presenciales

0	No estoy de acuerdo
2	En parte estoy de acuerdo
12	Sí estoy de acuerdo
6	Estoy plenamente de acuerdo

10) Me gustaría continuar con nuevos proyectos, incluso más complejos que éste

0	No estoy de acuerdo
3	En parte estoy de acuerdo
8	Sí estoy de acuerdo
9	Estoy plenamente de acuerdo

ANEXO 8 TESTIMONIO GRÁFICO

Evaluación Preprograma



Fase Experimental
: Aplicación del Programa de Estrategias Psicodidácticas PEPIT-2020



**Evaluación Posprograma:
Exhibición de los productos-solución mejorados**



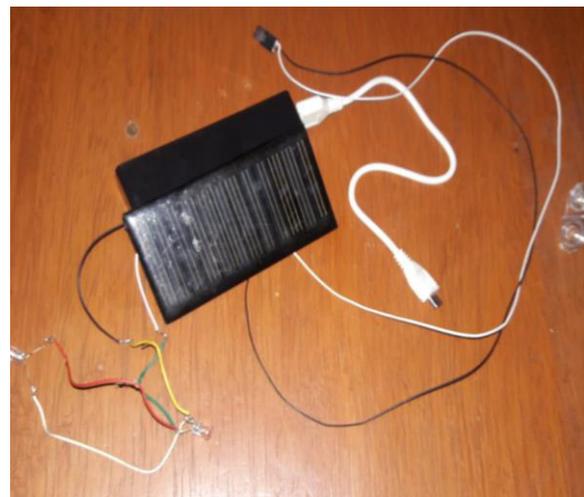
MASCARILLA CON ILUMINACIÓN



USB -LLAVERO - RESALTADOR



LLAVERO PROBADOR DE CARGA



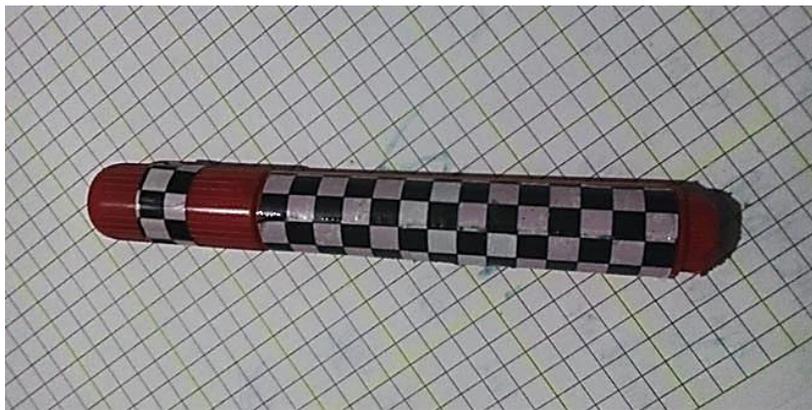
**PANEL SOLAR CON CONCENTRADOR DE
ENERGÍA**



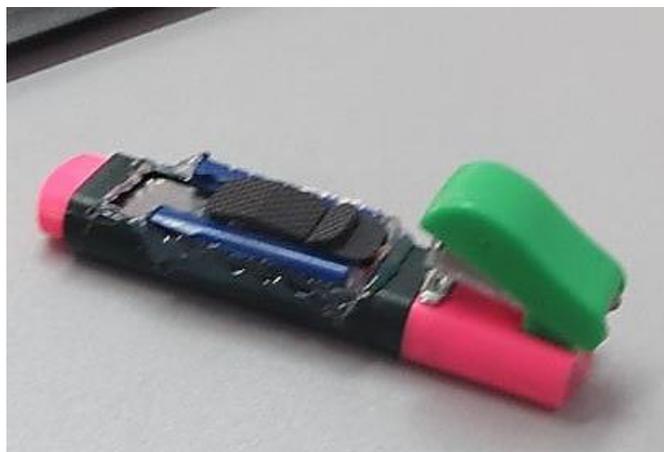
**SUPER CARGADOR
CON USB**



**MASCARILLA CON
PROTECTOR ESPECIAL**



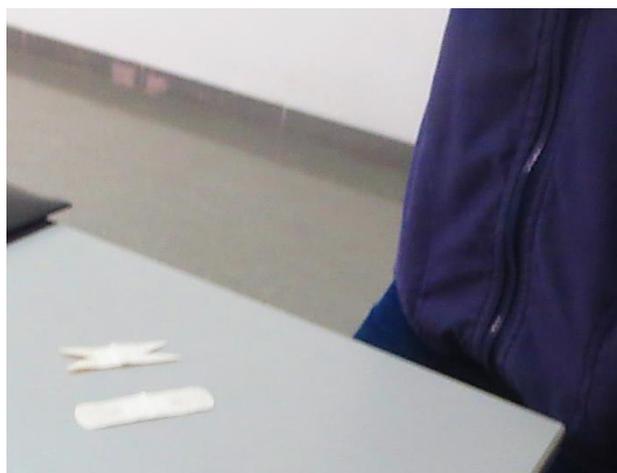
RESALTADOR TRES EN UNO



RESALTADOR CON ENGRAPADOR INCORPORADO



RESALTADOR Y BORRADOR PARA TINTA Y GRAFITO



CURITAS ESPECIALES PARA DIVERSAS LESIONES