

# CIENCIA Y CIENTÍFICAS

Sistematización de prácticas  
de divulgación  
con perspectiva de género



*Grupo de Divulgación de la Red de Ciencia,  
Tecnología y Género*

SANDRA AURORA GONZÁLEZ SÁNCHEZ  
MARÍA GUADALUPE SIMÓN RAMOS  
Coordinadoras





CIENCIA Y CIENTÍFICAS  
Sistematización de prácticas de  
divulgación con perspectiva de género

Primera edición electrónica: octubre de 2024

ISBN: 978-607-99445-2-0

Hecho en México

Red de Ciencia, Tecnología y género

# CIENCIA Y CIENTÍFICAS

Sistematización de prácticas de divulgación  
con perspectiva de género

Sandra Aurora González Sánchez  
María Guadalupe Simón Ramos  
(Coordinadoras)

Grupo de Divulgación de la Red de Ciencia  
Tecnología y Género



Red de Ciencia, Tecnología y Género



# Índice

Agradecimientos. . . . .	13
Introducción . . . . .	15

## PARTE I

### PRELUDIO: LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA CON PERSPECTIVA DE GÉNERO

1. Un acercamiento a la perspectiva de género desde la teoría feminista . . . . .	19
1.1 ¿Qué es el género? . . . . .	19
1.2 ¿Qué enfatiza el orden de género? . . . . .	19
1.3 ¿Qué es la perspectiva de género? . . . . .	19
1.4 ¿Para qué sirve la perspectiva de género? . . . . .	20
1.5 ¿Por qué es relevante la perspectiva de género en la divulgación de la ciencia? . . . . .	20
1.6 Divulgación de la ciencia . . . . .	20
1.6.1 ¿Qué es la divulgación de la ciencia? . . . . .	21
1.6.2 ¿Qué distingue a la divulgación de la ciencia de las clases escolares? . . . . .	22
1.6.3 ¿Por qué es importante hacer divulgación de la ciencia con perspectiva de género? . . . . .	22
1.6.4 ¿Cómo escribir materiales de divulgación con perspectiva de género? . . . . .	23

1.6.5	¿Qué consideraciones generales debemos tener presentes al divulgar? . . . . .	23
1.6.5.1	Audiencia . . . . .	23
1.6.5.2	Tema e información. . . . .	24
1.6.5.3	Tipo de texto . . . . .	25
1.6.5.4	Definición del producto final . . . . .	25
1.6.5.5	Planeación. . . . .	26
1.6.5.6	Colaboraciones . . . . .	26
1.7	Pasos para realizar un proyecto de divulgación . . . . .	26
1.8	¿Qué hay que contemplar para incorporar la perspectiva de género en los textos de divulgación? . . . . .	27
1.8.1	Evitar el lenguaje sexista . . . . .	27
1.8.2	Evitar reforzar estereotipos de género. . . . .	27
1.8.3	Recuperar ejemplos de mujeres . . . . .	28
1.8.4	Representaciones gráficas . . . . .	28
1.8.5	Otros elementos de inclusión . . . . .	29
	Referencias . . . . .	29

PARTE 2  
SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS

2.1	Foro de divulgación de ciencias experimentales y exactas con perspectiva de género, edición virtual. . . . .	33
2.1.1	¿Quién sistematizó? . . . . .	33
2.1.2	Objetivo de la sistematización . . . . .	33
2.1.3	Delimitación del objeto sistematizado . . . . .	33
2.1.4	El eje de la sistematización . . . . .	34
2.1.5	Reconstrucción histórica . . . . .	34
2.1.6	Aspectos ordenados y clasificados. . . . .	34
2.1.7	Procedimiento llevado a cabo . . . . .	35
2.1.8	La interpretación crítica . . . . .	37
2.1.9	Formulación de conclusiones. . . . .	38
2.1.10	Producto de comunicación . . . . .	38
2.2	Jornada por la ciencia . . . . .	43
2.2.1	Introducción . . . . .	43
2.2.2	Antecedentes . . . . .	45

## Í N D I C E

2.2.3 Situaciones a tomar en cuenta para organizar eventos de divulgación . . . . .	46
2.2.4 Conclusiones . . . . .	49
Referencias . . . . .	50
Galería de fotos . . . . .	51
Los talleres. . . . .	54
Anexo A. Instrumentos aplicados a los grupos de trabajo, antes y después de los talleres de divulgación. . . . .	57
Anexo B . . . . .	61
2.3 Motivar vocaciones científicas y profesionales: una experiencia con una ingeniera. Orientación vocacional en la infancia y aspiraciones de carrera por género . . . . .	63
2.3.1 ¿Quién sistematizó? . . . . .	63
2.3.2 Objetivo de la sistematización . . . . .	63
2.3.3 Delimitación del objeto sistematizado . . . . .	63
2.3.4 El eje de la sistematización . . . . .	64
2.3.5 Reconstrucción histórica . . . . .	64
2.3.6 Aspectos ordenados y clasificados. . . . .	65
2.3.7 Procedimiento llevado a cabo . . . . .	65
2.3.8 La interpretación crítica . . . . .	67
2.3.9 Formulación de conclusiones. . . . .	68
2.3.10 Producto de comunicación . . . . .	69
2.3.11 Genealogía de Nuria Salán Ballesteros. . . . .	69
La facilitadora de la conferencia interactiva . . . . .	69
Fotografías de la experiencia sistematizada . . . . .	72
Cierre . . . . .	78

## PARTE 3 TALLERES CIENTÍFICOS

3.1 El huevo que se volvió saltarín. . . . .	81
3.1.1 Antecedentes históricos. . . . .	81
3.1.2 Sondeo . . . . .	82
3.1.3 Introducción . . . . .	83
3.1.4 Objetivo. . . . .	83
3.1.5 Material. . . . .	84

## Í N D I C E

3.1.6 Procedimiento . . . . .	84
3.1.7 Explicación . . . . .	84
3.1.8 Aplicación . . . . .	84
Referencias . . . . .	85
3.2 ¿Simetría o ilusión óptica? . . . . .	87
3.2.1 Antecedentes históricos. . . . .	87
3.2.2 Introducción . . . . .	89
3.2.3 Sondeo . . . . .	89
3.2.4 Objetivo. . . . .	89
3.2.5 Material. . . . .	89
3.2.6 Procedimiento . . . . .	89
3.2.7 Explicación . . . . .	90
3.2.8 Aplicación . . . . .	91
Referencias . . . . .	92
3.3 La magia de la dimensión 3D. . . . .	93
3.3.1 Antecedentes históricos. . . . .	93
3.3.2 Introducción . . . . .	94
3.3.3 Sondeo . . . . .	95
3.3.4 Objetivo. . . . .	95
3.3.5 Material. . . . .	95
3.3.6 Procedimiento . . . . .	95
3.3.7 Explicación . . . . .	97
3.3.8 Aplicación . . . . .	99
Referencias . . . . .	99
3.4 Proporción áurea de tu cuerpo, el número de oro . . . . .	101
3.4.1 Antecedentes históricos. . . . .	101
3.4.2 Sondeo . . . . .	102
3.4.3 Introducción . . . . .	102
3.4.4 Objetivo. . . . .	102
3.4.5 Material. . . . .	103
3.4.6 Procedimiento . . . . .	103
3.4.7 Explicación . . . . .	104
3.4.8 Aplicaciones. . . . .	105
Referencias . . . . .	105
Cierre . . . . .	106

PARTE 4  
 EXPERIMENTOS Y ACTIVIDADES PARA LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA  
 Y LA PROMOCIÓN DE VOCACIONES CIENTÍFICAS

4.1 Energía y movimiento por un sismo. . . . .	109
4.1.1 Reflexiones . . . . .	109
4.1.2 Datos curiosos . . . . .	109
4.1.3 Objetivo. . . . .	110
4.1.4 Materiales . . . . .	110
4.1.5 Desarrollo del experimento. . . . .	110
4.1.6 Ejercicio de trabalenguas. . . . .	110
4.1.7 Datos curiosos . . . . .	111
4.2 Matemáticas en mi cuerpo. . . . .	113
4.2.1 Presentación. . . . .	113
4.2.2 Objetivos . . . . .	113
4.2.3 Materiales . . . . .	114
4.2.4 Desarrollo del experimento. . . . .	114
4.2.4.1 Adivino tu estatura . . . . .	114
4.2.4.2 Mi cuerpo armoniosamente proporcional. . . . .	114
4.2.5 Datos curiosos . . . . .	116
4.2.6 ¿Cuál es la proporción áurea?. . . . .	117
Referencias . . . . .	117
4.3 Exploración a la luna. . . . .	119
4.3.1 Reflexiones . . . . .	119
4.3.2 Desarrollo de la actividad . . . . .	120
4.3.2.1 Explicación . . . . .	120
4.3.2.2 Objetivo . . . . .	120
4.3.2.3 Materiales . . . . .	120
4.3.2.4 Procedimiento . . . . .	120
4.3.2.5 Cierre . . . . .	121
4.4 Ruleta de científicas . . . . .	123
4.4.1 Explicación . . . . .	123
4.4.2 Objetivo. . . . .	124
4.4.3 Público objetivo . . . . .	124
4.4.4 Material. . . . .	124

## Í N D I C E

4.4.5 Procedimiento . . . . .	124
4.4.6 Cierre . . . . .	125
4.4.7 Genealogía Claudia Islas Torres . . . . .	125
4.5 Un mundo nuevo . . . . .	127
4.5.1 Presentación. . . . .	127
4.5.2 Objetivo. . . . .	128
4.5.3 Público objetivo . . . . .	128
4.5.4 Materiales . . . . .	128
4.5.5 Procedimiento . . . . .	128
4.5.6 Protagonistas de nuevos diseños del mundo cotidiano . . . . .	129
Referencias . . . . .	130
Reflexiones finales . . . . .	133

## Agradecimientos

EL 18 DE OCTUBRE DEL 2022 SE LLEVÓ A CABO LA FIRMA DE UN CONVENIO de colaboración entre Red de Ciencia Tecnología y Género (Red CiTeg) representada por la Dra. Norma Blazquez Graf y el Dr. Helmer Ferras Coutiño, Director del Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación del Estado de Chiapas (ICTIECH), el convenio contempla como uno sus objetivos la suma esfuerzos para realizar acciones que contribuyan al análisis crítico de la condición de las mujeres en la ciencia, además de construir propuestas para visibilizar sus aportaciones. Este libro fue financiado por el ICTIECH y permitirá a las personas interesadas reconfigurar sus prácticas de divulgación científica, generando condiciones que ayuden a disminuir las brechas de género aún existentes en la participación en la ciencia entre hombres y mujeres.

Queremos expresar nuestro reconocimiento y agradecimiento al Dr. Helmer Ferras Coutiño, por contribuir con acciones como estas a generar espacios de mayor igualdad en las Instituciones.

Las autoras



# Introducción

LA REFLEXIÓN TEÓRICA, LAS EXPERIENCIAS Y LOS TALLERES, los experimentos y las actividades aquí presentadas son el resultado de casi cinco años de trabajo colectivo entre académicas de la Red de Ciencia, Tecnología y Género, A.C. (Red CITEG). Nosotras realizamos divulgación de la ciencia con perspectiva de género y desde la teoría feminista con el objetivo de alfabetizar científicamente y/o promover el desarrollo de vocaciones más diversas en la niñez, la adolescencia y la juventud.

En este libro sistematizamos el conjunto de experiencias de las integrantes del Grupo de Trabajo de Divulgación Científica de la Red CITEG. Nace como una propuesta destinada a las personas que realizan divulgación de la ciencia, o están interesadas en ella, y desean incorporar el enfoque de género. Así, queremos ayudar a contestar la pregunta sobre cómo realizar actividades de divulgación científica con perspectiva de género a partir de diversas experiencias de las autoras. La mayoría de las integrantes de este Grupo de Trabajo contamos con perfiles disciplinares de licenciatura en ciencias experimentales y exactas, pero también hay académicas con perfiles de ciencias sociales. De este modo, el resultado de este trabajo multi e interdisciplinario permea cada una de las partes que integran esta obra de divulgación.

Con el objetivo de alfabetizar científicamente y/o promover el desarrollo de vocaciones más diversas en la niñez, la adolescencia y la juventud, varias integrantes de la Red CITEG constantemente diseñamos y realizamos una serie de actividades que catalogamos como divulgación de la ciencia. En octubre del 2019 nos preguntamos ¿en qué medida nuestras acciones tenían posibilidades

de tener éxito? Sin duda, la reflexión que comenzó en ese momento debía estar acompañada de un profundo análisis teórico, de carácter colectivo, sobre lo que significa hacer divulgación de la ciencia y, por supuesto, qué significa hacerlo con perspectiva de género. Este proceso, sistematizado, se materializa en este libro.

La primera parte de la obra, intitulada preludeo: *La divulgación de la ciencia con perspectiva de género*, es un apartado en el que reflexionamos sobre los principales conceptos de la perspectiva de género, construidos por la teoría feminista, y sintetizamos lo que entendemos por divulgación de la ciencia bajo dicha perspectiva.

La segunda parte, *Sistematización de experiencias*, muestra a detalle los frutos de nuestra experiencia como promotoras y divulgadoras de las ciencias con estrategias diversas y desde diferentes espacios. Las experiencias sistematizadas refieren al conjunto de actividades que tienen lugar para que un grupo de personas pueda llevar a cabo acciones —como Jornada/s y Foro/s de divulgación de las ciencias— para motivar las vocaciones científicas. Dependiendo de la temática y el área de conocimiento, dicha sistematización muestra las actividades a la luz del perfil disciplinar de quien sistematizó, el objetivo de la sistematización, los antecedentes históricos, el procedimiento y, en algunos casos, los productos obtenidos.

*Talleres Científicos* es la tercera parte de la obra y está integrada por un conjunto de actividades que constituyen un trabajo grupal y puede abarcar varias sesiones entre talleristas y participantes. Aquí ubicamos experimentos relacionados entre sí a través de una temática específica, pero se caracterizan por que cada actividad vindica a una científica que hizo aportes en ese campo del conocimiento.

La cuarta parte, *Experimentos y Actividades para la divulgación de la ciencia y la promoción de vocaciones científicas*, reúne el conjunto de experiencias que se traducen en experimentos de ciencia y actividades que —como especialistas en ciencia, tecnología y género— hemos diseñado e implementado en diversos escenarios de divulgación y promoción de vocaciones científicas.

En síntesis, confiamos en que las personas que se acerquen a este libro encontrarán, principalmente, claros ejemplos de cómo realizar divulgación de la ciencia con perspectiva de género.

Sandra Aurora González Sánchez  
Guadalupe Simón Ramos Hernández

# **PARTE 1**

‡ Preludio: la divulgación de la ciencia  
con perspectiva de género ‡

AQUÍ PRESENTAMOS UNA BREVE INTRODUCCIÓN a algunos de los conceptos de la teoría de género, que recuperamos del feminismo, para enmarcar el contenido de este libro. El objetivo es dar a quien se acerque a esta obra algunas referencias básicas sobre esta teoría.

Esta primera parte contempla una reflexión sobre la divulgación de la ciencia y las implicaciones que tiene agregar la connotación “con perspectiva de género”. Concluimos este primer momento con recomendaciones puntuales para el diseño y la implementación de estrategias de divulgación, mismas que nacen de nuestra práctica divulgativa feminista fortalecida con la teoría.

# 1. Un acercamiento a la perspectiva de género desde la teoría feminista

*Belinka Fernández González  
Sandra Aurora González Sánchez  
María Guadalupe Simón Ramos  
Leticia García Solano*

## 1.1 ¿Qué es el género?

ES UNA CONSTRUCCIÓN SOCIOCULTURAL, es decir, no se nace con ello. Por el contrario, se va construyendo a lo largo de la vida de las personas y es diferenciada para hombres y mujeres. Hay un “deber ser” para unos y para otras, mismo que se enseña a través del lenguaje, la vestimenta, los juegos y los juguetes. Comúnmente esta construcción le otorga a los hombres mayor valor, reconocimiento y prestigio que a las mujeres y las actividades que ellas realizan.

## 1.2 ¿Qué enfatiza el orden de género?

El orden de género es histórico, es decir, puede variar en el tiempo y el espacio. Enfatiza el hecho de que lo que conocemos como mujeres y hombres no son realidades naturales, sino culturalmente construidas. Lo femenino y lo masculino dependen de la cultura, no de la biología.

## 1.3 ¿Qué es la perspectiva de género?

La perspectiva de género es un recurso metodológico útil para explicar y describir las relaciones de poder entre los hombres y las mujeres. La visión feminista del género destaca la condición subordinada de las mujeres y las consecuencias de tal condición. Este enfoque identifica y nombra las desigualdades presentes en los cuerpos y las vidas de las mujeres. Una de sus premisas centrales es visibilizar a las mujeres desde el lenguaje y las actividades que desempeñan en el mundo.

#### **1.4 ¿Para qué sirve la perspectiva de género?**

Apoyarse en la categoría de género ayuda a explicar cómo la diferencia sexual genera desigualdad social. Abre toda una serie de posibilidades teóricas y explicativas; posee una visión crítica ante las desigualdades y discriminaciones que viven las mujeres y los hombres; tiene un vínculo ineludible con la cultura feminista porque nombra y propone transformar las relaciones de poder asimétricas entre los géneros.

Hoy en día, reconocer la pertinencia de la perspectiva de género en las ciencias significa visibilizar a las mujeres en un sin número de actividades y campos tales como: los mercados de trabajo, la participación política, el ingreso y la permanencia en el sistema educativo, en la academia, en la práctica docente, en las ciencias, etc. Esta perspectiva posibilita entender que la vida de las mujeres y los hombres es transformable si se construye la equidad, la igualdad y la justicia para todos los seres humanos.

#### **1.5 ¿Por qué es relevante la perspectiva de género en la divulgación de la ciencia?**

Es importante reconocer que cuando hablamos de ciencia se tiende a pensar en las ciencias exactas como matemáticas y estadística, pero también tenemos las ciencias de la naturaleza, las ciencias sociales y las humanidades. En cualquiera de los casos, es necesario visibilizar los aportes que las mujeres han hecho a la ciencia y los diversos campos disciplinarios. Ellas han sumado no sólo en términos teóricos, sino con diferentes propuestas educativas que promueven la divulgación de la ciencia de una manera igualitaria y, en principio, vindican a las mujeres históricamente poco reconocidas. Esto permite a las juventudes y la niñez percibir la ciencia ya no como un tema “de hombres”, sino como procesos participativos capaces de construir nuevas relaciones que permitan romper los estereotipos de género y disminuir las brechas todavía existentes... esta es la finalidad de este libro.

#### **1.6 Divulgación de la ciencia**

La mayoría de las personas que nos dedicamos a la ciencia nos hemos acercado a la divulgación en algún momento de nuestra trayectoria profesional y práctica disciplinaria —ya sea en alguna feria de ciencias, al invitar a otras personas a

acercarse a nuestra área de conocimiento, al tomar algún trabajo de medio tiempo en un museo, o al colaborar en algún programa de divulgación o comunicación pública de la ciencia. Hay quienes siguieron esa vía, pues descubrieron la riqueza de compartir y disfrutar de la interacción con un público diverso. Hubo quienes revelaron sus aptitudes para la enseñanza y se inclinaron por esa área; y también quienes siguieron el camino del trabajo científico y continúan divulgando sin que ella sea su principal área de trabajo. En todos estos casos, sin embargo, las personas se preparan —ya sea de manera individual, tomando un curso o preguntando a quienes tienen experiencia y trayectoria en esa área— para llevar a cabo sus actividades de divulgación.

En México existen grupos consolidados a los que las personas interesadas pueden acercarse, tal es el caso de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICyT), así como grupos formados al interior de las universidades o asociaciones como Divulga Ciencia México. Pero, ¿cómo llevar a cabo esta labor sin caer en estereotipos de género o reproducir comportamientos que no benefician a las niñas? O simplemente, ¿cómo compartir una amplia visión de la ciencia, que sea horizontal, inclusiva y justa?

### 1.6.1 ¿QUÉ ES LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA?

Algunas de las personas afiliadas a las organizaciones mencionadas comparten la idea de que la divulgación tiene como objetivo *llevar la ciencia a una audiencia no científica o que no se desempeña profesionalmente en el área de la ciencia en cuestión*. Además, recalcan la importancia de distinguirla de otros términos como difusión de la ciencia, periodismo científico y comunicación de la ciencia.

La *difusión de la ciencia* se refiere a la propagación de noticias, información y tendencias científicas a través de diversos medios de comunicación; el *periodismo científico* se caracteriza por ser informativo y la *comunicación de la ciencia* sucede entre especialistas y al interior de comunidades científicas. Lo cierto es que existen otros términos para referirse a la divulgación de la ciencia: alfabetización científica, democratización de la ciencia y apropiación social del conocimiento científico. Sea cual fuere el término elegido, la idea principal es que se establezca de manera horizontal el diálogo con un grupo no científico, o no especializado, y se planee a partir de la heterogeneidad cultural entre personas expertas y el público.

### 1.6.2 ¿QUÉ DISTINGUE A LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA DE LAS CLASES ESCOLARES?

Ana María Sánchez Mora (2010), una conocida divulgadora, considera que los discursos didácticos y especializados no tienen un lugar en la divulgación. Coincide con otras y otros especialistas en la materia cuando señala que entre los principales potenciales educativos y sociales de la ciencia están el informar, hacer nacer profesiones, divertir y, sobre todo, “democratizar el conocimiento”; es decir, que sea accesible y permita a las personas usarlo para entender el mundo que les rodea y tomar decisiones en el día a día.

Por lo tanto, y partiendo de las múltiples potencias de la ciencia, un buen equipo de divulgación es interdisciplinario, pues resulta lo más conveniente cuando se persigue conjuntar diversas herramientas para comunicar una idea, la belleza de un resultado o alguna característica de la ciencia sin omitir la diversión y, por el contrario, motivando al público a través del uso de apoyos visuales y auditivos, así como de una adecuada contextualización y el uso apropiado del lenguaje científico.

### 1.6.3 ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE HACER DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA CON PERSPECTIVA DE GÉNERO?

La tendencia mundial todavía muestra un porcentaje muy bajo de mujeres activas en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés; CITIM en español); además de una minoría de aquellas en puestos de dirección en todas las áreas del conocimiento (las ciencias sociales y humanas, las artes, etc.) pero, si como hemos mencionado, la divulgación de la ciencia potencia la democratización del conocimiento y el nacimiento de profesiones, la divulgación puede permitir llegar a todos aquellos sectores y grupos que necesitan fortalecer su gusto e interés por la ciencia.

Otra característica importante de la divulgación con perspectiva de género es que permite transmitir las características del pensamiento científico mediante diversas estrategias. Es decir, nos brinda herramientas para no comunicar una imagen estereotipada de la ciencia —caracterizada por concebirse como una actividad que se desarrolla en solitario por un genio, asociada con hombres (blancos, heterosexuales, de alto nivel económico, cierta clase social, nacionalidad, y

con formación profesional de “élite”), y que por lo tanto naturaliza la diferencia sexual y la supremacía de las élites.

De no considerar la perspectiva de género, la divulgación solamente muestra un modelo de hacer ciencia que, hasta la fecha, no sólo ha resultado obsoleto para el grueso de la población, sino servil a las altas esferas del poder.

#### 1.6.4 ¿CÓMO ESCRIBIR MATERIALES DE DIVULGACIÓN CON PERSPECTIVA DE GÉNERO?

Una herramienta fundamental para la divulgación científica es la producción escrita en sus diversas formas: artículos, infografías, libros, etc. En esta sección destacamos algunos aspectos útiles, en general, al momento de generar materiales escritos de divulgación y, en particular, para incorporar la perspectiva de género al hacerlo.

#### 1.6.5 ¿QUÉ CONSIDERACIONES GENERALES DEBEMOS TENER PRESENTES AL DIVULGAR?

##### 1.6.5.1 Audiencia

Una de las primeras labores es definir la audiencia a la que dirigiremos nuestro material. Además de identificarla, es importante conocerla y buscar temas significativos para ella. En caso de no estar muy familiarizadas o familiarizados con ese público, es importante intentar sumergirnos en su entorno para saber sus intereses, su lenguaje y contexto sociocultural, además de identificar los posibles conocimientos previos y algunos referentes que pudiéramos usar para proponer explicaciones o ejemplos que le resulten más significativos.

La mejor manera de alcanzar a cualquier grupo es promoviendo un diálogo horizontal, basado en la empatía y un lenguaje común. Si, por ejemplo, nos dirigimos a niñas y niños usando tecnicismos, probablemente terminaremos confundiéndoles y perderemos su interés más temprano que tarde. Siempre es mejor usar términos que le resulten relativamente familiares a nuestra audiencia y darle ejemplos que pueda relacionar con su propia experiencia.

Siguiendo a Margoth Mena Young, la comunicación es más efectiva cuando el público puede identificarse con quien emite el mensaje (Academia Joven de Argentina, 2021); es decir, cuando reconoce ideas, propuestas, intereses o expe-

riencias que tiene en común con quien divulga, por lo que vale la pena incorporar estos elementos a la hora de comunicar el mensaje deseado.

#### *1.6.5.2 Tema e información*

Tan importante como lo anterior es seleccionar el tema que deseamos divulgar. Naturalmente, esto dependerá del gusto de cada quien, de sus intereses y conocimientos, pero es conveniente encontrar algo que combine nuestras preferencias con las de la audiencia a la que nos dirigiremos. Tampoco debe extrañarnos que lo elegido cambie sobre la marcha, ya que la divulgación de la ciencia, como la ciencia misma, puede ser un proceso creativo y considerablemente plástico. Lo importante es que al final encontremos satisfacción en explicar, investigar o redescubrir ese contenido, y que hayamos seleccionado algo útil, interesante o significativo para el grupo al que destinamos nuestro texto.

Otro elemento determinante al momento de seleccionar lo que se discutirá es el objetivo que perseguimos con cada ejercicio de divulgación. Puede ser que simplemente queramos difundir nuestro trabajo, pero tal vez nuestro interés radique en generar conciencia sobre alguna problemática o, inclusive, ayudar a promover la autonomía de alguna comunidad. Sea cual sea nuestra intención, es muy importante seleccionar la información que más ayude a conseguir ese propósito. Por ejemplo, al momento de promover vocaciones científicas y tecnológicas en niñas, contar todas las dificultades a las que se enfrentan las mujeres en estas carreras podría disuadirlas de perseguir este tipo de carreras, por lo que tal vez sea mejor exponer otros aspectos de su quehacer y dejar las anécdotas más escabrosas para otra ocasión.

Es fundamental poner atención en qué y cómo se dice. Hay que tener mucho cuidado para evitar que nuestro entusiasmo por cierto tema, o la intención de generar un título interesante y atractivo, nos lleve a compartir información poco apegada a la realidad o, incluso, engañosa, por ejemplo: “Descubre como curar el cáncer”. Sobra decir que es fundamental basarnos en fuentes confiables (de preferencia fuentes primarias) y consultar con expertas y expertos en temas en los que reconocemos los límites de nuestras competencias. Es recomendable, de ser posible, mostrar el producto final a especialistas antes de hacerlo público, así tendremos mayor seguridad de que no se presta a interpretaciones erróneas o

falaces. Recordemos que divulgar implica la responsabilidad de abonar al conocimiento general de la población y, al mismo tiempo, el riesgo de contribuir a propagar la desinformación y desacreditar el quehacer científico.

#### *1.6.5.3 Tipo de texto*

A continuación, en el proceso que estamos describiendo, es viable definir el tipo de texto que generaremos. Esto se relacionará con diversos factores: la complejidad del tema determinará la extensión; la audiencia a la que apelaremos fijará si es conveniente usar más apoyo gráfico u otro tipo de recursos; el medio por el cual queramos enviar el mensaje también dictará el formato más conveniente (por ejemplo, para difundir en redes sociales puede ser mejor hacer una infografía que un artículo); etc.

Sin embargo, lo más importante para elegir el formato serán las herramientas con las que cada quien se sienta más cómodo o cómoda. Para propiciar mejores resultados es importante apelar a nuestras fortalezas y partir de aquellas estrategias que consideremos se nos facilitan más. Esto no niega que nos aventuremos a intentar cosas nuevas —algunas de las cuales funcionarán y otras no—, pero siempre es conveniente apoyarnos en las virtudes que tenemos para evitar quedarnos en el camino.

#### *1.6.5.4 Definición del producto final*

Para concretar un texto, y en general cualquier producto de divulgación, es recomendable plantearnos objetivos realistas en cuanto al producto final que nos proponemos obtener. Es decir, por ejemplo, podemos entusiasmarnos con emprender un gran proyecto, complejo y ambicioso, pero tal vez no contemos con el tiempo, las herramientas o los recursos necesarios para llevarlo a cabo —lo cual redundaría en un esfuerzo infructífero y, posiblemente, frustrante. Por ello es mejor analizar nuestras posibilidades reales y plantearnos una meta más modesta, una que puede fungir como un primer paso para el gran plan de nuestros sueños. Si esa etapa se concreta, habremos ganado experiencia y es posible que el interés se contagie, se consigan recursos o las condiciones más viables para realizar nuestras mayores ambiciones. De no ser así, en cualquier caso, habremos concretado algo viable e igualmente fructífero.

#### 1.6.5.5 *Planeación*

La planeación es fundamental para la realización de cualquier proyecto. Como en todo, cada quien sabe lo que mejor le funciona, pero es importante tener claro el objetivo final y la fecha de terminación deseada para no perder la brújula.

Por ejemplo, antes de comenzar a trabajar, es conveniente trazar la meta última junto con todos los pasos intermedios para conseguirla —ello incluye tener claridad del tiempo que se dispone, gestionar recursos materiales y humanos, etc. Una vez que los tengamos claros, podremos organizar nuestros tiempos, planteándonos metas parciales a concretar (cada semana u otros lapsos, según nos convenga), de modo que mantengamos un paso constante en el trabajo y no nos abruma, a última hora, la fecha de entrega del producto.

#### 1.6.5.6 *Colaboraciones*

Finalmente, aunque hay quienes trabajan mejor individualmente, es buena idea unirse con gente que tenga intereses afines y/o formaciones complementarias para hacer colaboraciones. Consideremos que, aunque no siempre es fácil homogeneizar estilos literarios o, incluso, divulgativos, ninguna persona es experta en todos los temas, de modo que es muy enriquecedor formar equipos de trabajo en los que cada quien aporte desde su especialidad o área de experiencia. Este trabajo interdisciplinario puede resultar en productos de divulgación extraordinarios, además de ayudarnos a generar redes de trabajo fructíferas y promover el intercambio de saberes.

### **1.7 Pasos para realizar un proyecto de divulgación**

1. Definir la audiencia a la que nos dirigiremos.
2. Seleccionar el tema que abordaremos y delimitar el objetivo que perseguimos.
3. Determinar el tipo de texto más conveniente para alcanzar dicho objetivo y la información que usaremos en general.
4. Especificar el producto que pretendemos obtener.
5. Trazar un plan, con plazos intermedios y fechas que nos permitan alcanzar la meta propuesta.
6. Considerar crear colaboraciones y buscar con quien hacerlo.

## 1.8 ¿Qué hay que contemplar para incorporar la perspectiva de género en los textos de divulgación?

### 1.8.1 EVITAR EL LENGUAJE SEXISTA

Si bien el tema del lenguaje incluyente es polémico, entre otras causas debido a la renuencia de la Real Academia Española (RAE) a incorporarlo formalmente, hay quienes sostienen la importancia de éste para moldear nuestra forma de pensar (Boroditsky, 2017), pues mencionar el masculino y el femenino puede modificar el imaginario colectivo y la percepción social, muchas veces inconsciente, de que ciertas cosas son sólo para hombres (Madrid, 2021; Minoldo y Cruz, 2018).

Actualmente ya existen textos que nos dicen cómo podemos escribir incorporando un lenguaje neutro (Unidad de Igualdad de Género de la Comisión Nacional de Derechos Humanos, 2017). Sin embargo, con base en experiencias como la del Departamento de Artes Plásticas del Instituto de Educación Secundaria (IES) de Berenguer Dalmau de Catarroja, España, consideramos que en la divulgación es importante nombrar, en algunas ocasiones, tanto el masculino como el femenino para afianzar la incorporación de ambos sexos en las representaciones que nuestros lectores y lectoras se harán de la realidad.

### 1.8.2 EVITAR REFORZAR ESTEREOTIPOS DE GÉNERO

Igualmente, importante es revisar en qué medida nuestra narrativa refuerza los estereotipos de género. Un ejemplo muy representativo de ello es lo ocurrido en la mayoría de las notas deportivas sobre las atletas, en las cuales se suele hacer énfasis en las figuras masculinas con las que la deportista está relacionada (esposos, entrenadores, padres, etc.), en la maternidad o en sus características físicas. Lo mismo ocurre en algunas películas sobre científicas, como *Hidden figures* (conocida en México como “Talentos ocultos”), donde parte importante del filme es la historia de amor de Catherine Jones. Si bien es cierto que esto puede obedecer a cuestiones mercadotécnicas, no suele ocurrir cuando se narran las vidas de hombres científicos.

En esta tónica es necesario poner atención en los ejemplos que seleccionamos para esclarecer los temas por abordar. Si, por ejemplo, al hablar de los machos en la naturaleza siempre mencionamos a los agresivos leones —que se comen a los cachorros ajenos sin que la leona pueda hacer algo al respecto— podría-

mos reforzar la idea de que existe cierto orden natural en el que los varones se comportan así. Como alternativa, podríamos aludir a los caballitos de mar, cuyos machos son los encargados de incubar los huevos (se embarazan), rompiendo con los estereotipos habituales.

### 1.8.3 RECUPERAR EJEMPLOS DE MUJERES

Además de cuidar la forma como relatamos, es prioritario hacer el esfuerzo consciente de incorporar ejemplos de mujeres al realizar divulgación de la ciencia, lo que podemos hacer de distintas maneras. Por un lado, podemos buscar contribuciones —ya sean científicas, tecnológicas, de análisis, aplicación, etc.— que las mujeres hayan hecho en relación con el tema de nuestro interés. Por otro, podemos plantear explicaciones, problemas o situaciones donde las protagonistas sean mujeres o niñas (Arjona, 2020). Por ejemplo, si nuestro tema incluye una circunstancia en la que alguien va a la luna y regresa al planeta Tierra, propongamos que quien lo haga sea una niña, o Valentina Tereshkova, o Mae Jaemison.

### 1.8.4 REPRESENTACIONES GRÁFICAS

Aunque el diseño del material no siempre queda en nuestras manos, tal vez podamos hacer sugerencias o solicitar que las imágenes y demás aspectos gráficos incluyan, o eviten incluir, algunas representaciones.

Tal como sucede cuando brindamos ejemplos que recuperan las experiencias históricas de las mujeres, es preponderante evitar que las ilustraciones refuercen estereotipos de género. Por ejemplo, si se muestra una escena cotidiana en la que el niño juega con la pelota mientras el papá ve la televisión y la niña ayuda a mamá a lavar los trastes, estamos afianzando lo que deseamos revertir, aunque no se haga con lenguaje textual. Lo mismo ocurre cuando se trata de ilustrar laboratorios: no hagamos que quien esté sosteniendo el microscopio sea un hombre, mientras que la mujer toma notas. Es decir, tengamos muy presente que el lenguaje gráfico es también un lenguaje, con mensajes explícitos e implícitos, y abre o cierra horizontes de posibilidad.

Paralelamente es deseable aprovechar la ocasión para promover una imagen distinta sobre quienes hacen ciencia, procurando alejarnos de la idea clásica del

científico (un hombre caucásico de edad avanzada, con una bata blanca y despeinado) y tratemos de representar diversidad de género, complejidad, origen étnico, etc. Esto nos permitirá alcanzar a audiencias más amplias y sembrar en el imaginario colectivo la idea de que cualquier persona puede dedicarse a la ciencia.

Otro aspecto menos determinante, pero que también podemos cuidar, es prevenir que los colores sean siempre los mismos cuando queremos ilustrar cuestiones relacionadas a cierto sujeto de género. Por ejemplo, casi todos los juguetes para niñas suelen ser rosas, morados o de colores pastel, y comprenden juegos de té o maquillaje, muñecas o unicornios; en contraste, los de niños son azules o de colores vivos, incluyendo bloques para construcción, autos o sets de robótica. Siguiendo esta lógica del color en los mensajes, estamos promoviendo una imagen de lo que cada quien debe hacer o preferir, aunque no lo notemos. Si consideramos que algo así puede pasar con los mensajes gráficos de nuestro material, bien vale la pena evitarlo.

### 1.8.5 OTROS ELEMENTOS DE INCLUSIÓN

Además de las representaciones gráficas, también podemos incorporar elementos de inclusión cultural, racial y de género a través del idioma, la selección de los temas, los materiales que elegimos para realizar los experimentos que proponemos, etc. Recordemos que, para llegar a la mayor población posible, lo mejor es plantear situaciones que resulten cercanas, tanto cultural como cognitivamente. Proponer, por ejemplo, una actividad de divulgación que considere las deficiencias visuales permitirá aproximarse a un público que no muchas veces es atendido.

### Referencias

- Academia Joven de Argentina. 2021. Desafíos y realidades de la comunicación pública de la ciencia en Latinoamérica y el Caribe. Video de YouTube.com. <https://www.youtube.com/watch?v=gFR0wbRyc9k&list=PLT3uutGdI7mPtUd2r-Fa3ZXCThD0x4P1q&index=1>
- Arjona-Yx, Litzzy Dianela. 2020. *La lectura en sí no es suficiente, la perspectiva de género también debe integrarse en los problemas matemáticos*. Formación IB. <https://www.formacionib.org/noticias/?La-lectura-en-si-no-es-suficiente-la-perspectiva-de-genero-tambien-debe>

- Boroditsky, Lera. 2017. Como la lengua moldea nuestra forma de pensar. Video de YouTube.com. [https://www.ted.com/talks/lera\\_boroditsky\\_how\\_language\\_shapes\\_the\\_way\\_we\\_think?language=es](https://www.ted.com/talks/lera_boroditsky_how_language_shapes_the_way_we_think?language=es)
- Instituto de Educación Secundaria de Berenguer Dalmau de Catarroja. 2020. Masculino genérico: un experimento de lenguaje inclusivo con dibujos. Video de YouTube.com. [https://www.youtube.com/watch?v=29Laob67Ac&list=PLT3utuGdI7mM9\\_3AxfxQx3PLi5XiTiolY&index=2&t=7s](https://www.youtube.com/watch?v=29Laob67Ac&list=PLT3utuGdI7mM9_3AxfxQx3PLi5XiTiolY&index=2&t=7s)
- Madrid, Allison. 2021. “Modificar el uso del lenguaje para incluir a las niñas en la ciencia”. *En Lado B*. <https://www.ladobe.com.mx/2021/02/modificar-el-uso-del-lenguaje-para-incluir-a-las-ninas-en-la-ciencia/?fbclid=IwAR3F0aSd9zcg8WAoaszdyUcbiEtl4JSVjHfjT1uU2ZuXen14JE2nPmoDZg>
- Minoldo, Sol y Cruz-Balian, Juan. 2018. “El gato y la caja”. *En La lengua degenerada*. <https://elgatoylacaja.com/la-lengua-degenerada>.
- Unidad de Igualdad de Género de la CNDH. *Guía para el uso de un lenguaje incluyente y no sexista*. México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2017.

# **PARTE 2**

| Sistematización de experiencias |

ELEGIMOS ESTA COMO LA PRIMERA PARTE que presenta experiencias de divulgación de la ciencia con perspectiva de género pues deseamos partir de lo general a lo particular. Es decir, mostrar el proceso vivido al planear e implementar eventos de gran alcance que se plantearon como objetivo el desarrollo de vocaciones científicas. Así, pretendemos mostrar al público lector una reconstrucción lógica de los elementos necesarios para llevar a cabo un evento, como los que aquí se describen, desde una interpretación crítica y reflexiva de las autoras al analizar los aspectos de la teoría feminista que pusieron en juego, a esto se le llama “Sistematización de experiencias”.

Con el objetivo de llevar a cabo este proceso de reflexión es importante, en toda sistematización, hacer referencia a quién es la persona que sistematiza y desde qué punto de vista lo hace. Este es el primer elemento que encontraremos en las tres experiencias que incluimos en esta parte de la obra. En un segundo momento las autoras exponen el para qué realizan está reconstrucción crítica y, a la vez, delimitan el objeto de la sistematización. Para reconstruir las actividades analizadas, tomaron un eje que se desarrolla de manera histórica mediante una clasificación y ordenamiento de los aspectos más importantes a tomar en cuenta, ya sea como recomendaciones o para su mejora. Finalmente, las respectivas autoras analizan críticamente la experiencia narrada, presentan las principales conclusiones, reflexiones y recomendaciones para la posible reproducción de las propuestas en otros escenarios. Como anexo a cada una de las experiencias se presenta una memoria gráfica a través de fotografías, imágenes de materiales diseñados o enlaces a productos de cada una de ellas.

## 2.1 Foro de divulgación de ciencias experimentales y exactas con perspectiva de género, edición virtual

*Sandra Aurora González Sánchez  
Bladimir Montejo Vicente*

### 2.1.1 ¿Quién sistematizó?

UNA INVESTIGADORA ADSCRITA A LA Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), perteneciente a la Red CITEG, y un profesor en formación del Laboratorio de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Exactas del Instituto de Ciencias Biológicas (ICBIol) de la misma Universidad.

### 2.1.2 Objetivo de la sistematización

Emplear la divulgación con perspectiva de género como estrategia de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales y exactas, en el ICBIol, para obtener material didáctico y realizar una actividad de vinculación entre la universidad y el nivel medio superior y así fomentar el interés del estudiantado por las carreras CITIM.

### 2.1.3 Delimitación del objeto sistematizado

El Foro de divulgación en su edición virtual realiza actividades de enseñanza, aprendizaje, vinculación universitaria y transversalización de la perspectiva de género mediante la elaboración, por parte del estudiantado, de cápsulas divulgativas con contenido temático de las unidades de aprendizaje de física, química orgánica, bioquímica y biotecnología.

### **2.1.4 El eje de la sistematización**

El eje es el proceso para incorporar como estrategia de enseñanza la divulgación con perspectiva de género en las unidades de aprendizaje mencionadas, mismas que son parte de la Licenciatura en Biología, hasta la presentación del producto (cápsulas) en el Foro de divulgación de ciencias experimentales y exactas —que tuvo como destinatarias/os a estudiantes de bachillerato.

### **2.1.5 Reconstrucción histórica**

El Foro de divulgación virtual surge a partir de la pandemia ocasionada por el virus SARS-COV-2 en 2020 con la intención de dar continuidad al que se realizaba de manera presencial en planteles educativos de nivel medio superior en el estado de Chiapas. Para ello se realizó una investigación acerca de las estrategias didácticas digitales con mayor éxito en los últimos años, que fueran innovadoras, y de las formas para incorporarles la perspectiva de género (lenguaje incluyente, gama cromática, frases no sexistas, evitar estereotipos y roles de género).

### **2.1.6 Aspectos ordenados y clasificados**

Se integraron diversos aspectos que conviene señalar como fundamentales para la experiencia:

- Incorporamos la actividad en la secuencia didáctica de la unidad de aprendizaje (bioquímica y biotecnología) como estrategia de enseñanza y se asigna un valor a la cápsula como parte de la evaluación y en la calificación semestral.
- La profesora elaboró un guion que entregó al estudiantado y se empleó de referencia en la elaboración de las cápsulas de divulgación.
- En una sesión de clases se habla acerca de la perspectiva de género, su relevancia en la ciencia para visibilizar el trabajo de las mujeres y el fomento de las carreras CITIM en el nivel medio superior.
- Se acompaña al estudiantado en la construcción del guion para la elaboración de la cápsula en varias sesiones durante el semestre.
- Con ayuda del guion se diseñan las cápsulas, permitiendo al estudiantado explotar su creatividad en el formato de la misma.

- Finalmente, se organiza el Foro en el que se presentan las cápsulas a las/os estudiantes de nivel medio superior. Cabe destacar que en esta actividad es fundamental la participación de las/os profesoras/es de dicho nivel educativo.<sup>1</sup>

### **2.1.7 Procedimiento llevado a cabo**

- Se incorporó el Foro de divulgación como estrategia de enseñanza-aprendizaje a la secuencia didáctica de bioquímica y biotecnología, en cuarto y séptimo semestre de la Licenciatura en Biología, como una actividad integradora con evaluación del 20 % en la calificación semestral.
- Para el diseño de la cápsula de divulgación se trabaja por equipos. Se les indican los lineamientos que se presentan a continuación, mismos que ya están establecidos en el guion propuesto como referencia por la profesora:
  - Es importante que exista un orden y congruencia con toda la información presentada: iniciando con una introducción general del tema (destacando la historicidad y relevancia del contenido central), posteriormente un desarrollo (hacer mención de avances actuales respecto al tema y mencionar a alguna científica que esté realizando estudios en ese campo de conocimiento) y, al final, una conclusión o resumen breve de la importancia de dicho tema.
  - El público al que va dirigido es el estudiantado que está cursando el nivel medio superior, el lenguaje debe ser accesible y preciso para no tergiversar la información que quiere transmitirse.
  - Propicia la relación significativa entre la nueva información y los conocimientos anteriores de los y las estudiantes. Es decir, deben buscar estrategias que le permitan divulgar información que la audiencia pueda asociar con su contexto.
  - La información ayuda a descubrir las relaciones con otros temas y despierta nuevos intereses.

<sup>1</sup> Las invitaciones que difundimos se muestran más adelante. Podrán ver que circulamos dos invitaciones para el año 2020 y una para el 2021. Las presentaciones se llevaron a cabo vía Google Meet y Zoom.

- El contenido conecta con la realidad de las/os alumnas/os, parte de sus intereses.
  - Se utilizan elementos de alta eficacia didáctica: ejemplificación, repeticiones, presentación de dificultades que son fuente de errores, reglas que definen los conceptos, esquemas, gráficos.
  - La dramatización, si existe, es adecuada a los fines que persigue el programa.
  - Predomina la originalidad, no la simple secuenciación de información más o menos redundante, es mejor no sólo grabar una pantalla y exponerla.
  - Estimula la originalidad, la imaginación y la creatividad.
  - Evita imágenes que reproduzcan los roles y sesgos de género.
  - Hace uso de lenguaje incluyente (todas/os; científicas/os; etc.) con la finalidad de que exista representación de mujeres y hombres y se puedan generar las vocaciones científicas.
- Los guiones pasan por revisión de la o el docente para señalar las áreas de oportunidad, así como revisar la calidad de la información y la congruencia del texto. Después es necesario que entreguen los guiones con todas las correcciones para una revisión final y su posterior aprobación docente. Entonces el estudiantado puede empezar la elaboración de la cápsula cuyos lineamientos son los siguientes:
- El video debe ser breve, como máximo cinco minutos, incluir en los primeros segundos los datos generales (el nombre de la universidad, la licenciatura, los integrantes del equipo), o bien incluirlos en los últimos segundos a manera de créditos. Los datos incluyen los nombres de las/los asesores académicos, los logotipos del laboratorio y la universidad.
  - Los gráficos y las animaciones tienen calidad técnica y estética.
  - Los textos no tienen faltas de ortografía y la construcción de las frases es correcta.
  - Los textos resultan fácilmente legibles (medida y color adecuados), están bien distribuidos en las pantallas y no son excesivos.

- La banda sonora tiene calidad formal, es clara, nítida (sin ruidos ambientales externos) y comprensible.
  - Se aprovechan todos los recursos sonoros que pueden enriquecer el tema: música, canciones (no utilizar música que puedan marcar derechos de autor o *copyright*), efectos sonoros, voces, etc.
  - El tema se presta a un tratamiento audiovisual; es decir, no es demasiado abstracto, la imagen y el sonido enriquecen el contenido.
  - El video será subido a una carpeta de *Drive* que el o la docente proporciona al estudiantado. Posteriormente será evaluado y si ya no existiesen errores se subirán al canal de YouTube “Didáctica de las Ciencias UNICACH”. En caso contrario será devuelto con la expectativa de que las sugerencias del/la docente sean incorporadas.
- Las cápsulas se presentan en un Foro que se lleva a cabo en las dos últimas sesiones de clase y al que se invita a docentes y estudiantes de nivel medio superior. Ahí se presentan los trabajos de divulgación y, con la finalidad de crear un espacio de comunicación entre estudiantes de nivel medio superior y nivel superior, se abren momentos para preguntas y respuestas.

### 2.1.8 La interpretación crítica

El proceso de reflexión crítica destacó, entre otros, los siguientes aspectos:

- La experiencia en la aplicación de herramientas digitales y el aprendizaje significativo en el estudiantado.
- La participación del profesorado y estudiantado de nivel medio superior y el intercambio de ideas fomentaron la opinión crítica y reflexiva, cumpliendo así con las competencias que solicitan las unidades de aprendizaje en ciencias.
- La participación de las y los estudiantes de nivel medio superior y la experiencia de trabajo en divulgación de las ciencias.
- La importancia del material que se generó y la experiencia vivida en las plataformas digitales como un valioso apoyo para el surgimiento de nuevas conclusiones y como apoyo a la investigación en educación.

- La experiencia en el empleo del lenguaje incluyente, la investigación bibliográfica de mujeres que tengan aportaciones en el contenido disciplinar elegido para la cápsula, la selección de imágenes o contenidos no sexistas.

### **2.1.9 Formulación de conclusiones**

Se formularon, de manera progresiva, conclusiones tanto teóricas como prácticas relacionadas con la experiencia de investigación y las actividades llevadas a cabo:

- Los medios digitales presentan un gran desafío y son procesos inacabados.
- Los objetivos se cumplen, pero siempre existen áreas de oportunidad que se pueden atender en próximos foros.
- La transversalización de la perspectiva de género es un elemento fundamental tanto en los espacios educativos como en las ciencias mismas. La mayoría del estudiantado tiene una noción al respecto, pero no hay suficiente conciencia sobre la importancia de este enfoque.
- El estudiantado de nivel superior construye aprendizaje significativo en ciencias de manera más eficiente cuando tiene la libertad de diseñar materiales digitales, ya que son herramientas que dominan y les resultan atractivas.
- El estudiantado de nivel medio superior despierta el interés por la ciencia con las actividades aquí propuestas, pues surge una diversidad de preguntas a partir del material visual.
- Se obtiene información muy valiosa acerca de cómo enseñar ciencias y divulgarlas para el contexto de Chiapas, así como los desafíos y propuestas para continuar desarrollando espacios de divulgación.
- Este tipo de experiencias coloca a la vinculación universitaria como eje de integración de funciones como la docencia e investigación.

### **2.1.10 Producto de comunicación**

Los resultados de esta experiencia de sistematización están contenidos en “Didáctica de las Ciencias UNICACH”, un canal de YouTube

En la siguiente Tabla aglutinamos las cápsulas presentadas en el Foro y sus datos de acceso.

**Tabla 1.** Título, fecha de publicación y enlace de cada cápsula elaborada

NOMBRE DE LA CÁPSULA	FECHA DE PUBLICACIÓN	ENLACE DE YOUTUBE
Proteínas: la hemoglobina	13 de junio del 2020	<a href="https://youtu.be/IFAxqahHFsM">https://youtu.be/IFAxqahHFsM</a>
Metabolismo y biomoléculas	23 de septiembre del 2020	<a href="https://youtu.be/qycBi42CH_g">https://youtu.be/qycBi42CH_g</a>
Lípidos-triglicéridos	23 de septiembre del 2020	<a href="https://youtu.be/4mFJW232WvI">https://youtu.be/4mFJW232WvI</a>
Carbohidratos-celulosa	23 de septiembre del 2020	<a href="https://youtu.be/vmztM5xAzI8">https://youtu.be/vmztM5xAzI8</a>
Fosfolípidos-la armadura de la célula	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/oV6707WUw_k">https://youtu.be/oV6707WUw_k</a>
Luciferasa: el brillo en la oscuridad del gran océano	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/W9620tWdVIM">https://youtu.be/W9620tWdVIM</a>
La quitina: nada más resistente	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/9Z161u-d-Bg">https://youtu.be/9Z161u-d-Bg</a>
Los agujeros negros	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/hGcbHaVqJzo">https://youtu.be/hGcbHaVqJzo</a>
Magnetismo en 10 minutos o menos	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/jWfPiXKmGxQ">https://youtu.be/jWfPiXKmGxQ</a>
La gravedad	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/R8YRtWOUogE">https://youtu.be/R8YRtWOUogE</a>
Principio de Bernoulli	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/NMJcZQutLsg">https://youtu.be/NMJcZQutLsg</a>
Magnetismo y sus aplicaciones	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/8DxUz1TMGr4">https://youtu.be/8DxUz1TMGr4</a>
La primera Ley de Newton	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/tg2y-bIUzvY">https://youtu.be/tg2y-bIUzvY</a>
La velocidad	20 de noviembre del 2020	<a href="https://youtu.be/fNlswJf5HVc">https://youtu.be/fNlswJf5HVc</a>
Carbohidratos-el almidón	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/eo3-Lt0QFIQ">https://youtu.be/eo3-Lt0QFIQ</a>
El mito sobre el colesterol	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/QtCQuSaRAoo">https://youtu.be/QtCQuSaRAoo</a>
El arcoíris de la biotecnología	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/Y-Pa3QKFLKc">https://youtu.be/Y-Pa3QKFLKc</a>
Proteínas-el colágeno	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/u-OcyLRYa9A">https://youtu.be/u-OcyLRYa9A</a>
Proteínas-hemoglobina	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/vEIoPjxZ3AI">https://youtu.be/vEIoPjxZ3AI</a>
Repelentes naturales-aceites esenciales	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/LerlFOzSr4I">https://youtu.be/LerlFOzSr4I</a>
El libro de la vida-el genoma	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/2T07yKXF9sM">https://youtu.be/2T07yKXF9sM</a>
Fitorremediación-biotecnología ambiental	04 de junio del 2020	<a href="https://youtu.be/E9dO1hEzr8s">https://youtu.be/E9dO1hEzr8s</a>

NOMBRE DE LA CÁPSULA	FECHA DE PUBLICACIÓN	ENLACE DE YOUTUBE
Biotecnología detrás del pozol	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/q54PTNXesjw">https://youtu.be/q54PTNXesjw</a>
Céridos: una capa de protección	04 de junio del 2021	<a href="https://youtu.be/jCIZ_jg7UO4">https://youtu.be/jCIZ_jg7UO4</a>
Mejoramiento genético	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/Xm5DcYUkics">https://youtu.be/Xm5DcYUkics</a>
Una breve historia de los antibióticos	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/bsLfCfcA5pM">https://youtu.be/bsLfCfcA5pM</a>
Hongos salvando el planeta	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/PyKuMp-n5vs">https://youtu.be/PyKuMp-n5vs</a>
La ciencia detrás del pulque	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/5xCcpGR7MMk">https://youtu.be/5xCcpGR7MMk</a>
Brainbow	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/pOWnohHEO7g">https://youtu.be/pOWnohHEO7g</a>
El kéfir: la magia de la fermentación	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/d_d2xfS1xbs">https://youtu.be/d_d2xfS1xbs</a>
¿Qué tanto sabes de las vacunas?	01 de diciembre del 2021	<a href="https://youtu.be/fFpYK4yDClc">https://youtu.be/fFpYK4yDClc</a>
Queratina: un componente duro de romper	07 de diciembre del 2021	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=EyyvtVTZnyI">https://www.youtube.com/watch?v=EyyvtVTZnyI</a>

*Fuente:* elaboración propia.

Con esta información cualquier persona puede buscar el tema de su interés en la herramienta de búsqueda de YouTube.com, o directamente en el canal “Didáctica de las Ciencias UNICACH” de la misma aplicación. Además, a continuación, presentamos las invitaciones digitales que elaboramos para convocar la participación del estudiantado de preparatoria en el Foro en línea de divulgación de las ciencias.

**Imagen 1.** Invitación al 1er Foro en línea de divulgación de las ciencias (2020)



Fuente: elaboración propia.

**Imagen 2.** Invitación al 11vo Foro de divulgación de las ciencias con perspectiva de género (2021)



Fuente: elaboración propia.

**Imagen 3.** Invitación al 8° Foro de divulgación de las ciencias experimentales y exactas (2021)

UNICACH

Red de Ciencia, Tecnología y Género

UNICACH

BIOLOGIA

LAB RATORIO  
de didáctica de las ciencias  
Experimentales y exactas

El laboratorio de didáctica  
de las ciencias experimentales  
y exactas de la UNICACH invita al:

**8vo FORO DE DIVULGACIÓN  
DE LAS CIENCIAS  
EXPERIMENTALES Y EXACTAS**  
2da Edición virtual

Fecha:  
**03 y 04 de Junio**  
6:00- 8:00 pm  
2021

Presentación de  
cápsulas de divulgación

Física      Biotecnología  
Bioquímica

Coordinación:  
Dra. Sandra Aurora González Sánchez  
Mtro. José Antonio Díaz Avendaño  
Biól. Bladimir Montejo Vicente

<https://meet.google.com/hzy-qunz-sbu>

*Fuente:* elaboración propia.

## 2.2 Jornada por la ciencia

*Leticia García Solano  
Liliana Michelle Ramos Regino  
Lilia Meza Montes*

### 2.2.1 Introducción

ESTA SISTEMATIZACIÓN (PÉREZ DE MAZA, 2016) fue realizada por una profesora de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán–Universidad Nacional Autónoma de México (FESA-UNAM), una estudiante de licenciatura de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias Físico–Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), y una investigadora del Instituto de Física de la BUAP.

El objetivo es compartir la experiencia de las “Jornadas por la ciencia” para que pueda ser reproducida a futuro en otras sedes, y así promover un mayor número de vocaciones científicas sin sesgos de género. Esto es importante ya que, a pesar de la creciente actividad de divulgación científica en nuestro país, pocas iniciativas consideran la perspectiva de género y no se evalúa el impacto inmediato que tienen. Las “Jornadas por la ciencia”, sin embargo, sí cubren estos aspectos.

En cuatro planteles de bachillerato de la BUAP se realizó una Jornada que consistió, en todos los casos, en:

- a) una conferencia impartida por una científica,
- b) talleres y experimentos presentados por estudiantes de ciencias, la mayoría mujeres,
- c) un análisis del impacto de estas actividades en la percepción de los y las estudiantes sobre la ciencia y la participación de las mujeres en ella.

A continuación, se describe el procedimiento llevado a cabo.

- Se diseñó el objetivo y la estructura que tendría la “Jornada por la ciencia” —una conferencia impartida por una científica y talleres para el estudiantado.
- Elaboramos los instrumentos de encuesta, previa y posterior, para estudiantes, una encuesta para quienes facilitaron los talleres y una hoja de evaluación de la Jornada por parte de las/los organizadores, además de un guion de entrevista semiestructurada dirigida a las/los participantes (Anexo A).
- También se elaboró una guía para las autoridades de los bachilleratos, de modo que conocieran los requerimientos necesarios y el procedimiento para la realización de la Jornada (Anexo B).
- Las invitaciones para participar con una plática de sus experiencias y vivencias en el campo de la ciencia se enviaron a través de correo electrónico a científicas reconocidas (Anexo C).
- Se elaboró un calendario estableciendo hora, día y conferencista con datos de los contactos de las escuelas participantes. El contacto se realizó a través de la Dirección de Divulgación de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado-BUAP, a partir de su experiencia previa en la organización de este tipo de actividades.
- Debido a que dos jornadas se llevarían a cabo en la Sierra Norte de Puebla, donde hay una alta población indígena, se impartió el taller “Elementos básicos para la divulgación científica intercultural”, del cual se derivó el guion para diseñar actividades de divulgación en espacios culturales diversos (González y Morales 2021, pp. 237-250).
- Con una semana de anticipación se convocaba y elaboraba la lista de talleristas. Estas personas eran estudiantes de universidad que en su momento hacían un voluntariado en alguna de las carreras de CITIM. La asistencia de talleristas estuvo coordinada con sus actividades escolares. Hubo un promedio de ocho participantes por jornada. Se organizaba la logística de traslado de modo que se cubrieran adecuadamente las necesidades de transporte (mediante renta o con vehículos de la BUAP) y de alimentos. El horario de salida dependía de la localidad donde se llevó a cabo la Jornada.

- Como parte del equipo organizador contamos un o una estudiante para auxiliar en las actividades organizativas, particularmente en la aplicación de las encuestas. Al regresar, talleristas y organizadores llenaban sus formatos. Al concluir el proyecto se distribuyeron las constancias respectivas.
- Las encuestas se separaron en cuatro grupos para cada escuela: previa y posterior de mujeres, previa y posterior de hombres. En un pizarrón se contabilizaron las respuestas, obteniendo los totales. Se elaboraron los histogramas de cada pregunta y también de las diferencias en cada respuesta.
- Los informes técnicos y financieros fueron preparados y entregados al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT, ahora CONAHCyT, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología) por ser este un proyecto financiado por esta institución.
- Se presentaron trabajos en dos congresos: “Jornada por la Ciencia: Fomento de Vocaciones Científicas en Mujeres de Educación Media Superior” en el XVII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia 2019 ([https://www.youtube.com/watch?v=mGB8AFcN\\_SQ](https://www.youtube.com/watch?v=mGB8AFcN_SQ)) y “Jornada por la Ciencia: una iniciativa para atraer más mujeres a la ciencia” en el LIII Congreso Nacional de Física 2019. El análisis de algunos resultados se publicó en un capítulo de libro (García, Ramos y Meza, 2022). Este y las demás publicaciones que se generen con los resultados se harán llegar a las escuelas para su conocimiento y retroalimentación.

### 2.2.2 Antecedentes

Desde hace varias décadas las mujeres científicas iniciaron un movimiento por la equidad de género en general y, en particular, durante el desarrollo de sus actividades profesionales. Entre las acciones importantes para alcanzar esta equidad podemos —mencionar el reconocimiento del trabajo realizado por las científicas— que puede ser desconocido por cuestiones de discriminación— y dándole visibilidad al difundir su trabajo mediante la impartición de conferencias de divulgación, pero también para fomentar vocaciones en áreas donde las mujeres constituyen una minoría, como en las CITIM. Por otra parte, en nuestro país han existido diversas iniciativas de divulgación científica impulsadas por instituciones educativas, centros de investigación, museos de ciencia, CONACyT, consejos regionales de ciencia, entre otros.

Investigadoras y estudiantes de diversas disciplinas convergieron en 2012 en la Red Temática CONACyT “Red Mexicana de Ciencia, Tecnología y Género” (Red MEXCITEG). Algunas integrantes han organizado actividades de divulgación o de fomento y reforzamiento de vocaciones científicas, por lo que decidieron abordar el tema de la divulgación científica con perspectiva de género e introducirla en sus actividades. Esto es fundamental porque con frecuencia se reproducen las acciones que refuerzan los estereotipos de género y que, en lugar de fomentar vocaciones, alejan de determinadas áreas a las mujeres.

Con el fin de abordar el eje temático citado se planteó la nueva línea de investigación en el marco del proyecto “Análisis de las intervenciones para fomentar y reforzar vocaciones científicas: el caso de las mujeres”, apoyado por CONACyT en 2019 (ahora Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología: CONAHCyT), y que fue presentado por la BUAP, con la colaboración de la Red MEXCITEG (actualmente Red CITEG), los capítulos Puebla de SPIE (*International Society for Optics and Photonics*), OSA (*Optical Society of America*) y la empresa Bonambiens. También participaron estudiantes y recién egresadas/os del Instituto de Física de la BUAP. Los elementos tomados en cuenta para el desarrollo de la Jornada fueron:

- La población atendida se compuso de mujeres y hombres de bachillerato.
- Los bachilleratos visitados serían dos en la ciudad capital y dos en el interior del Estado de Puebla (Tlatlauquitepec y Cuetzalan, respectivamente).
- Los instrumentos para evaluar el impacto serían aplicados en dos momentos, previo a la Jornada y posteriormente.
- La captura de información y su presentación gráfica se llevaría a cabo mediante fotografías y entrevistas grabadas.
- Habría un protocolo a seguir durante la Jornada.
- El calendario de actividades en el marco del proyecto CONACyT.

### **2.2.3 Situaciones a tomar en cuenta para organizar eventos de divulgación**

Con el fin de aprovechar de la mejor manera las experiencias de la “Jornada por la ciencia”, señalamos a continuación algunas recomendaciones a tomarse en cuenta para la implementación de actividades similares.

- El profesorado o cuerpo directivo a cargo de las escuelas regularmente deseaba dialogar con las y los organizadores, por lo que se sugiere que una persona esté a cargo de la organización general y otra se concentre en la recopilación de las encuestas.
- Para la mayor validez del instrumento de encuesta, pre y post, es importante que las mismas personas respondan a ambos instrumentos. Para esto se recomienda tomar a un grupo específico de algunas decenas de estudiantes y hacer el seguimiento durante toda la actividad; así es posible cerciorarse de su participación en ambos momentos de la evaluación de la Jornada. En nuestro caso abrimos la posibilidad de responder las encuestas a través de su celular o de manera física en papel.
- Para que las y los estudiantes accedan a todos los talleres a su disposición de la manera más organizada, recomendamos seguir la experiencia de la Preparatoria A. Calderón. En dicho espacio, desde el inicio, se repartió al estudiantado en los diferentes talleres, pero cada 10 minutos se cambiaban hasta pasar por todos.
- La actividad se puede realizar con todos los grados, pero se recomienda en específico para el primer y segundo año porque, según nuestros hallazgos, los de tercero ya tienen orientación hacia algún área y no tienen interés en cambiarla.
- La invitación a las científicas se puede hacer vía correo electrónico, explicando brevemente el proyecto y lo que se espera de la conferencia —una descripción de su trabajo y algunas palabras finales sobre su vida como científica, con la intención de motivar a las y los asistentes a elegir una carrera de ciencias.
- Se recomienda contar con apoyo administrativo encargado de registrar puntualmente las actividades mediante una bitácora en la que se asienten datos como el control de asistencia, nombre de los talleres que se imparten en cada Jornada, así como de todos los documentos en general.
- De ser posible, siempre es preferible contar con una investigación previa sobre la región, ciudad y escuela que se visite.
- No es suficiente enviar el protocolo a las escuelas para la organización de la Jornada, sería conveniente diseñar una infografía que presente la información de manera más visual y dinámica. Idealmente debería haber

una reunión previa para conversar con los responsables y planificar la Jornada de manera conjunta.

- Involucrar a otros participantes en la organización puede ayudar, pues es necesario un equipo nutrido para la gestión, organización y del desarrollo de proyecto, como lo referido a la toma de fotografías y videos, la realización de entrevistas, etc.
- Generar fichas de información básica sobre las escuelas que se visitarán.
- Considerar la posibilidad de conseguir recursos adicionales, pues los obtenidos en esta ocasión cubrieron las expectativas, pero en los viajes largos el transporte resultó incómodo por el espacio limitado de los asientos.

Las conferencistas hablan con pasión de su trabajo, pero detectamos que no siempre cuentan con la experiencia para hacerlo con perspectiva de género. En este punto, y puesto que nuestra intención es sumar a la divulgación con dicha óptica, sugerimos considerar seriamente lo siguiente:

- A veces la ponente no tiene una lectura de género en torno a su actividad, pero en ese caso la coordinadora general puede resaltar algunas dimensiones de lo expuesto por la ponente desde la perspectiva de género.
- Es altamente recomendable registrar y analizar la experiencia de las mujeres talleristas en este tipo de eventos.
- Generar una guía de orientación mínima para aquellas conferencistas que carecen de experiencia en actividades con perspectiva de género de modo que sus charlas se ajusten al propósito de la Jornada puede resultar viable.
- Generar una guía mínima para las y los talleristas para que incorporen la perspectiva de género en el desarrollo de su taller: lenguaje no sexista, motivar la participación de las mujeres, identificarse en femenino —“soy física”, “soy bióloga”, “soy matemática”—, etc.
- Consideramos importante diseñar actividades para padres y madres de familia, pues hubo estudiantes que hicieron referencia a sus actitudes de rechazo a que estudiaran una carrera científica y, más bien, les orientan a seguir carreras tradicionales bajo el orden de género hegemónico.

### 2.2.4 Conclusiones

Si bien la divulgación científica se incrementa cada vez más en nuestro país, consideramos necesario incorporar los siguientes elementos a la labor. Se trata de consideraciones que surgen de las experiencias vividas cotidianamente con el estudiantado.

- La formación en el campo científico sobre el que se desea divulgar no es sólo para nuestra preparación como divulgadoras/es, sino para contribuir a la diversidad educativa y profesional, desde la perspectiva de género como eje transversal en estas áreas, en nuestro país.
- Es urgente extender estas actividades fuera de las grandes ciudades y en sus periferias, en donde generalmente el acceso y conectividad a internet, así como a actividades científicas interactivas con perspectiva de género, se ven limitadas.
- Sugerimos que cada taller requiere de una valoración vocacional, particularmente si persigue fines específicos —como el fomento de profesiones o de una cultura científica— y más allá de encuestas de satisfacción.
- Consideramos importante que estas actividades se realicen con mayor frecuencia en los centros educativos al interior del estado, ya que pudimos percibir interés del estudiantado y profesorado.
- Las encuestas mostraron cambios de actitudes de las y los estudiantes después de participar en la actividad. Las entrevistas a participantes, por su parte, revelaron que un gran número considera a las matemáticas como “muy difíciles”, razón por la cual descartan la posibilidad de estudiar una carrera CITIM.
- El propósito de la Jornada se cumplió, lo que muestra su relevancia, aplicabilidad y versatilidad. Sin embargo, consideramos necesario buscar esquemas alternativos de financiamiento, no limitados a una sola fuente, para que puedan realizarse de manera permanente.
- La presentación de los resultados de una investigación realizada por una científica logra un efecto importante sobre la actitud que tiene el estudiantado hacia la ciencia y muestra abiertamente las capacidades de las mujeres para desarrollar investigación en cualquier campo de la ciencia.

Con ello esperamos generar en ellas y ellos el interés de estudiar una carrera científica, además de valorar la ciencia en su vida cotidiana.

- Una parte del estudiantado ya tiene conciencia sobre la equidad de género y su importancia para que mujeres y hombres puedan desarrollar plenamente sus capacidades. Sin embargo, aún se perciben tendencias hacia roles estereotipados.
- Los resultados obtenidos con la aplicación de encuestas y entrevistas en estos talleres pueden ser utilizados para abordar otras líneas del conocimiento, además de las matemáticas y la física, y aplicar lo aprendido de estas experiencias en futuras evaluaciones de actividades de divulgación científica.

## Referencias

- García-Solano, Leticia, Liliana Michelle-Ramos Regino y Lilia Meza-Montes. “Fomento de vocaciones científicas con perspectiva de género en el estado de Puebla: Jornada por la ciencia”. En *Formas Incluyentes para Entender y Divulgar la Ciencia*, ed. Zazueta, Puebla: Concytep, 2022.
- González-Sánchez, Sandra Aurora y Edna Morales-Coutiño. “Guion para diseñar actividades de divulgación en espacios interculturales”. En *Orientación vocacional para las nuevas generaciones*, ed. Gizelle Guadalupe Macías-González, 237-250. México: Universidad de Guadalajara, Red de Ciencia, Tecnología y Género, Juan Pablos Editor, 2021.
- Pérez de Maza, Teresita. *Sistematización de experiencias en contextos universitarios*. Caracas: Universidad Nacional Abierta, Ediciones del Vicerrectorado Académico, 2016.

## Galería de fotos

**Imagen 4.** La Dra. Sandra Aurora González, de la UNICACH, escucha los aportes del estudiantado durante el taller “Elementos básicos para la divulgación científica intercultural”



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 5.** Llenando la encuesta previa al inicio de la Jornada en la Preparatoria Alfonso Calderón Moreno, ciudad de Puebla



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 6.** Conferencia “La realidad aumentada en el aprendizaje de las ciencias” por la Dra. María del Carmen Cerón Garnica, de la Facultad de Ciencias de la Computación, BUAP



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 7.** Conferencia “Microelectrónica” por la Dra. Claudia Reyes Betanzo, del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 8.** Conferencia “Hace mucho tiempo, en una galaxia muy, muy lejana” por la Dra. Itziar Arextaga Méndez, del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

## Los talleres

**Imagen 9.** Una estudiante universitaria explica uno de los experimentos diseñados para el taller destinado a estudiantes de la Preparatoria Alfonso Calderón Moreón



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 10.** Estudiantes de preparatoria interactúan con uno de los experimentos diseñados para este taller, “La bola de plasma”



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 11.** Estudiantes universitarias exponen las actividades que han preparado para estudiantes de la Preparatoria Tlatlauquitepec, Puebla



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 12.** Estudiantes de la Preparatoria Lázaro Cárdenas, ciudad de Puebla, escuchan con atención a la estudiante universitaria que expone la actividad que diseñó para todas(os)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 13.** Estudiantes y profesorado de la Preparatoria Cuetzalan, Puebla, que fueron parte del grupo de trabajo para la realización de los talleres



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

## Anexo A. Instrumentos aplicados a los grupos de trabajo, antes y después de los talleres de divulgación

**Imagen 14.** Formato de encuesta para estudiantes (pre y post) que asistieron al taller



**JORNADAS POR LA CIENCIA**

Con las frases que te presentamos, marca con una cruz (X) la opción que mejor expresa tu percepción: **de acuerdo** o **desacuerdo**. Si no sabes cómo responder o no tienes una opinión formada respecto a una pregunta utiliza la opción "¿?" que significa "No sé".

Género: ( ) Masculino ( ) Femenino Semestre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 PRE/POST \_\_\_\_\_

CD= Completamente en desacuerdo; D= En desacuerdo; ¿?= No sé; A= De Acuerdo; CA= Completamente de acuerdo	CD	D	¿?	A	CA
1. El estudio y la ciencia la hacen sólo los hombres.					
2. Me gusta resolver problemas relacionados con las ciencias experimentales.					
3. Es mejor que el conferencista sea un científico.					
4. El estudio de la ciencia es para las mujeres.					
5. Un experimento lo explica mejor un chico que una chica.					
6. Hacer experimentos es cosa de chicas.					
7. Un equipo de trabajo es mejor que esté formado por hombres y mujeres.					
8. Me gustaría estudiar algo relacionado con las ciencias sociales.					
9. En mis clases siempre me enseñan la contribución que han hecho las mujeres a la ciencia.					
10. Es mejor que la conferencista sea una científica.					
11. Las mujeres contribuyen a la ciencia.					
12. Me gusta hacer experimentos.					
13. Participar en Jornadas como esta se me hace pesado y aburrido.					
14. Un equipo de trabajo es mejor que esté formado por hombres.					
15. Me resulta desagradable hacer experimentos.					
16. La mayoría de mis compañeras no son buenas para el estudio de las matemáticas, química, física, etc.					
17. Me "desconecto" cuando empieza cualquier conferencia.					
18. Los hombres son mejores en las ciencias exactas e ingenierías y las mujeres en las ciencias sociales y humanidades.					
19. Me gustaría estudiar algo relacionado con las ciencias exactas.					
20. Soy participativa(o) en las actividades que propone la escuela.					

Fuente: elaboración propia.

**Imagen 15.** Formato de encuesta realizada a talleristas



Nombre del experimento presentado:	Nombre de las(os) Participantes:		
Objetivo del experimento:			
	Si	No	A veces
Los chicos tenían mayor disposición a participar que las chicas.			
Se cumplió el objetivo de la jornada.			
Cuando se le preguntaba a una chica, los chicos esperaban hasta que ella contestara o toman su turno.			
La explicación que se ofrece resultó clara para las/los participantes.			
Los hombres preguntaron más que las mujeres.			
Las mujeres se sorprendían más con los resultados del experimento que los hombres.			
Su mayor asistencia durante la jornada fue de mujeres.			
Las mujeres mostraron mayor interés por entender cómo es que funcionaba el experimento.			
Entre los compañeros se ayudaban para responder.			
Las mujeres preguntaron.			
Los materiales didácticos fueron los adecuados.			
Las/los participantes trataron con respeto a sus compañeros y a las monitoras.			
Utilizaste un lenguaje neutro y/o inclusivo en tu explicación.			
Después de hacer la demostración del experimento alguna de las chicas se les acercó para preguntar qué carrera estudiaban.			
Después de hacer la demostración, alguna de las chicas se les acercó para preguntar algo distinto al experimento.			
Observaciones y/o comentarios			

Fuente: elaboración propia.

**Imagen 16.** Hoja en donde las/os organizadoras/es de los talleres anotaron la evaluación de su jornada



<b>Evaluación del Evento:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Número de población atendida:</b>
<b>Responsables:</b>		
	<b>Totalmente por qué</b>	<b>Parcialmente Por qué</b>
En qué medida se cumplió el objetivo de la Jornada.		
En qué medida se cumplió con el objetivo de la Conferencia.		
En qué medida se cumplió con el objetivo de la Feria.		
La metodología utilizada (estrategias, contenidos, temporalización) fue adecuada.		
Qué cosas se pueden mejorar para un siguiente evento.		
<b>Observaciones y/o comentarios</b>		

*Fuente:* elaboración propia.

**Imagen 17.** Guía de entrevista semiestructurada que aportó una visión más detallada sobre cómo el estudiantado de bachillerato experimentó los talleres



**Entrevista para el estudiantado al término de la Jornada por la Ciencia**

Sexo: ( ) hombre ( ) mujer

Fecha:

Entrevistadora:

Nombre de la entrevistada (o): -opcional-

Semestre:

1. ¿Qué fue lo que más llamo tu atención de la Jornada?
2. ¿Te diste cuenta que todas las personas que explicaron los experimentos son mujeres?, ¿qué piensas de ello?
3. ¿Qué recuerdas de lo que dijo la científica que participo al inicio?
4. ¿Cómo te imaginabas que eran las científicas antes de conocer a la científica que conociste hoy?
5. ¿Con esta actividad te dieron ganas de estudiar alguna carrera relacionada con la ciencia? Sí/no ¿por qué?
6. ¿Qué experimento o experimentos te interesaron más? ¿Por qué?
7. Te gustaría contarnos algo más sobre tu experiencia en la Jornada

*Fuente:* elaboración propia.

## Anexo B

### Imagen 18. Guía para coordinar la Jornada en conjunto con las autoridades de las preparatorias



#### JORNADAS POR LA CIENCIA

##### Protocolo

Esta actividad forma parte de un proyecto de investigación apoyado por CONACYT, cuyo objetivo es analizar qué tanto influyen estas actividades de divulgación en la percepción que los estudiantes tienen sobre la ciencia y la participación de las mujeres. Se aplicarán encuestas de entrada y de salida, además de algunas entrevistas grabadas.

##### I. Tiempo estimado de duración

Una hora de conferencia y dos horas de talleres, en total tres horas.

##### II. Participación de estudiantes

Los grupos de estudiantes que participarán:

- contestarán una encuesta de entrada,
- escucharán una conferencia,
- recorrerán los talleres de divulgación,
- algunos voluntarios serán entrevistados.

Por ello se requiere de ciertas acciones particulares que se describen a continuación.

##### III. Requerimientos

- Dependiendo del número de talleristas, requerimos cierto número de mesas y extensiones eléctricas. Número por confirmar pocos días antes de la actividad.
- Auditorio o espacio para impartir la conferencia, junto con equipo de sonido, cañón de proyección y computadora.
- Espacio -de preferencia con sombra- para los talleres.

##### IV. Dinámica o procedimiento preliminar

Dependiendo del número de estudiantes y talleristas participantes, se formarán (el mismo número de talleres) equipos de estudiantes, preferentemente máximo diez integrantes, de modo que a cada tallerista le corresponda un equipo al iniciar.

Cada demostración durará cierto número de minutos, un profesor del plantel indicará el cambio a siguiente taller. Esto permitirá que todos los estudiantes recorran todos los talleres.

Al terminar de recorrer todos los talleres, los estudiantes contestarán la encuesta de salida y algunos serán entrevistados. Es muy importante que los estudiantes contesten ambas encuestas.

Para llevar a cabo la actividad en orden y cumplir con los objetivos establecidos, los profesores de plantel juegan un papel fundamental.

Nota: el número de integrantes de los equipos y los minutos que permanezcan en cada taller dependerá del tiempo disponible.

*Fuente:* elaboración propia.



## 2.3 Motivar vocaciones científicas y profesionales: una experiencia con una ingeniera. Orientación vocacional en la infancia y aspiraciones de carrera por género

*Gizelle Guadalupe Macías González*

### 2.3.1 ¿Quién sistematizó?

LA AUTORA DEL PRESENTE DOCUMENTO ES PROFESORA INVESTIGADORA adscrita al Centro Universitario de los Altos de la a la Universidad de Guadalajara; pertenece a la Red de Ciencia, Tecnología y Género y a la Red de Investigadores y Docentes de México, América Latina, Andorra y España.

### 2.3.2 Objetivo de la sistematización

Se tuvieron varios objetivos: dar cuenta de una experiencia de intervención, proveniente de un proyecto de investigación-acción para incentivar vocaciones científicas con el acompañamiento de una ingeniera especializada en metalurgia, así como identificar las áreas de estudio a las que se perfilan niñas y niños; además de analizar los factores que toman en cuenta las y los infantes al registrar sus aspiraciones de carrera.

### 2.3.3 Delimitación del objeto sistematizado

La finalidad se establece al dar evidencia empírica de la relevancia de la orientación vocacional y las aspiraciones profesionales generadas desde la infancia. A su vez estas actividades se fundamentaron con estudios sobre la toma de decisiones y la elección de la carrera universitaria vinculadas a la primera etapa de vida del ser humano.

### 2.3.4 El eje de la sistematización

Se constituye por un proyecto de investigación acción del área de la orientación vocacional, trabajado en el campo educativo basado en los siguientes elementos:

1. Realización de conferencias didácticas (Ver Imágenes 21-24 y 26).
2. Demostración de experimentos en el ámbito de la ingeniería (Ver Imágenes 25 y 27-29).
3. Aplicación de cuestionarios a infantes (ver Imagen 20.)

Mismos que se rigen por la interrogante que encausó la investigación: ¿los intereses, las relaciones entre personas y la interacción son elementos significativos para forjar aspiraciones ocupacionales desde la infancia?

Por ende, la fundamentación del proyecto le otorga valor a los intereses que provienen de las relaciones sociales y a la motivación e inclinación que se presenta por los elementos conocidos. Además de considerar que la orientación vocacional se vislumbra en el sistema educativo como parte importante en la preparación para la toma de decisiones.

Del mismo modo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) concibe tres niveles de interacción de las personas: los macro-variables —que refiere a contextos nacionales e internacionales—, los factores de nivel medio —que vincula a establecimientos educacionales y campos de estudio—, y las fuerzas a nivel micro —que se encuentran en las influencias individuales y familiares—.

Por lo que estos fundamentos se consideran de trascendencia para analizar la elección de una profesión.

### 2.3.5 Reconstrucción histórica

Teniendo como base los objetivos y los ejes de sistematización, la reconstrucción histórica considera la aplicación de las teorías vocacionales a partir de la experiencia del trabajo de campo realizado con las y los infantes de la muestra de escolares seleccionada.<sup>1</sup> En este sentido, se buscó contar con información de

<sup>1</sup> La muestra estuvo integrada por 437 alumnas/os de dos instituciones educativas de nivel primaria: una pública (55 %) y otra privada (45 %), de un municipio de la Región Altos Sur,

primera mano sobre las elecciones de carrera a temprana edad en niñas y niños. Se puso atención a las respuestas emitidas por la población infantil sobre las distintas carreras universitarias y/o los oficios que eligieron. Además, se aprovechó la oportunidad para mostrar el perfil que caracteriza a una carrera de ingeniería con experimentos presenciales y el uso de material didáctico.

### **2.3.6 Aspectos ordenados y clasificados**

Los elementos fundamentales que dan valor a la experiencia son:

- La labor de las instituciones educativas en la orientación vocacional.
- La experiencia vivida con referencia a las teorías sobre aspiraciones ocupacionales inculcadas a la población infantil.
- Los resultados recabados de la aplicación de los cuestionarios a las y los escolares, así como las notas sobre las entrevistas con el personal docente y con la autoridad de la institución educativa que participó.
- El estudio de las respuestas emitidas por las y los estudiantes de educación básica.
- Las recomendaciones y sugerencias de actividades didácticas para promover vocaciones científicas desde edades tempranas.

### **2.3.7 Procedimiento llevado a cabo**

- El procedimiento inició con entrevistas a las personas responsables de las dos instituciones educativas; esto para solicitar la autorización y programar la participación del alumnado en las actividades.
- El proyecto del área de orientación vocacional se llevó a cabo a través de una sesión por institución. En cada una de éstas se realizó la misma dinámica.
- Las sesiones se llevaron a cabo en las respectivas escuelas. La fase expositiva se presentó en el auditorio de cada institución y la sesión explicativa-

---

del estado de Jalisco. Del total de participantes, 272 fueron mujeres y 165 hombres. Participaron estudiantes de 3°, 4°, 5° y 6° grado. Una de las instituciones era pública y la otra privada, con población de ambos sexos, sin embargo, los antecedentes de la privada señalan que era una población solamente femenina años atrás.

- interactiva se desarrolló en un espacio plano. En la primera escuela fue en el mismo auditorio y en la segunda, en el patio de la escuela.
- El proceso continuó el día acordado con la presentación de las participantes y la explicación de las etapas la sesión. La Doctora Gizelle Macías, científica del área de las ciencias sociales, moderó las sesiones y al principio de cada evento entregó un cuestionario al público infantil pidiendo respondieran en la primera parte de éste. Es decir, se realizó un tipo diagnóstico de manera previa al desarrollo de las actividades
    - La primera sección de este cuestionario, tenía como objetivo que niñas y niños de los grados más altos de las instituciones escolares participantes a nivel primaria, emitieran sus respuestas abiertas y cerradas antes de una intervención socioeducativa. En esta actividad participó toda la población que atendió la conferencia interactiva.
    - Las preguntas cerradas se referían a datos sociodemográficos como la edad, el sexo, el grado escolar y tipo de escuela. Las preguntas abiertas requerían nombre de la profesión que aspiraban practicar en el futuro, señalando motivos de su elección.
  - Consecutivamente la Doctora Nuria Salán, científica del área de la ingeniería en metalurgia llevó a cabo una conferencia interactiva enfocada en el desarrollo de su área como parte de la orientación socioeducativa a las y los infantes.
  - Como apoyo didáctico de la orientación, se utilizó una presentación con diapositivas ilustrativas que se proyectaron en los auditorios. Durante las conferencias, se utilizaron materiales diversos que se compartían con el público para propiciar interacción y se realizaron algunas preguntas de manera verbal.
  - Enseguida, durante la misma sesión, la científica del área de ingeniería se trasladó a un espacio horizontal para estar al alcance de la población infantil. En la primera escuela estuvo en una sección plana del mismo auditorio y en la sesión de la segunda escuela, se realizó en el patio de la institución. Cabe destacar que en el segundo caso ya no hubo sillas y ello posibilitó la libre participación del alumnado. En esta etapa se llevaron a

cabo un par de experimentos con materiales didácticos de laboratorio, sustancias químicas y se utilizó la indumentaria especial para el laboratorio; elementos que fueron relevantes en el apoyo didáctico.

- Al final de las sesiones, se terminó de aplicar el cuestionario en su segunda parte.
  - Se cuestionó a las y los infantes sobre sí estarían interesadas e interesados en conocer otras profesiones, cuáles eran sus motivos y/o aspiraciones, y si cambiarían su decisión respecto a la carrera que antes habían elegido. Es decir, se deseaba saber su interés por conocer otras profesiones y la posibilidad de pensar en carreras distintas a la primera opción.
- Tras terminar las sesiones, se realizaron algunos acercamientos y entrevistas al profesorado participante.
- Posteriormente, se invitó al Doctor Juan Francisco Caldera Montes, científico del área de psicología social para que se integrará al proyecto, fortaleciendo con sugerencias de referencias de literatura y en el análisis de la información.
- Así que se procedió a transcribir y procesar los resultados de la encuesta aplicada en una base de datos de Excel y a otros programas para su análisis.
- Se identificaron las frecuencias de interés del estudiantado, sus inclinaciones hacia distintas carreras u oficios, y la posibilidad de cambio en la elección plasmada en la primera parte de la encuesta.
- La codificación y el análisis de los datos se efectuaron con el programa estadístico SPSS® versión 22.
- Como cierre del proyecto, se elaboró un artículo científico, con el reporte de la información analizada, en el que destacamos la necesidad de formar vocaciones científicas en edades tempranas.

### **2.3.8 La interpretación crítica**

El proceso de reflexión crítica destacó, entre otros aspectos, los siguientes:

- El valioso aporte de la conferencia interactiva destinada a las niñas y niños se vio reflejado en la apertura que mostraron hacia posibles cambios

en la elección de carreras u oficios. Suceso que también da cuenta de la contribución de las teorías vocacionales.

- Fue relevante que en el proyecto participaran personas expertas con perfiles distintos: la doctora quien fue la facilitadora de la conferencia interactiva, que sin duda fue clave en su proceder empático y didáctico; a su vez el doctor científico del área de la psicología social que aportó su conocimiento en las teorías psicológicas, vocacionales y en el análisis de datos y, con la iniciativa de quien guio la gestión y la realización del proyecto, para inquietar en la necesidad de la formación de vocaciones científicas en edades tempranas.
- Las herramientas teórico-metodológicas aplicadas permitieron generar una importante base de datos. También destaca la experiencia vivida en las instituciones educativas como un valioso apoyo para el surgimiento de nuevas conclusiones y como apoyo a la investigación en educación.
- El procesamiento de los datos obtenidos y, en consecuencia, el análisis se desarrolló con el apoyo de programas estadísticos.

### **2.3.9 Formulación de conclusiones**

De manera progresiva se formularon conclusiones teóricas y prácticas relacionadas con la experiencia de investigación de campo realizada en dos instituciones educativas —una del sector público y otra del privado—.

Este apartado de cierre gira en torno a los siguientes puntos:

- Al contrastar los objetivos planteados con los resultados obtenidos, se confirma que el estudio aporta información respecto a valorar la infancia como un periodo de vida en el que se puede influir para la elección de carrera.
- En esta etapa de vida se conforman elementos base de los intereses, actitudes, valores y habilidades vocacionales que las y los niños poseen.
- Resultó relevante el proceso de obtención de datos, pues se recopiló información brindando un panorama sobre la aspiración profesional infantil.

- Con el proyecto de investigación-acción se mostró que las y los infantes, después de la intervención, consideraron dedicarse a una profesión distinta a la elegida inicialmente<sup>2</sup>.
- Se identificaron las primeras elecciones profesionales y las respectivas consideraciones para tomar dichas decisiones, además de mostrar las elecciones de mujeres y hombres, conforme a sus posibilidades<sup>3</sup>.
- Se amplió el conocimiento sobre las alternativas profesionales. Las y los escolares participantes lograron extender sus referentes para la identificación vocacional.
- El interés positivo mostrado por la niñez, ante la posibilidad de elegir una carrera universitaria distinta a la que se habían estado planteando, es vital para su futuro, por lo que la experiencia vivida fue clave.
- Tras la intervención, las carreras de ingeniería, los deportes y las ocupaciones en oficios, fueron elegidas con mayor frecuencia por los niños; mientras que las carreras de biotecnología, ciencias agrícolas, medicina, ciencias de la salud, humanidades, ciencias sociales y de comportamiento, fueron elegidas por las niñas.

### 2.3.10 Producto de comunicación

Los resultados de esta experiencia de sistematización están contenidos en el artículo “Orientación vocacional en la infancia y aspiraciones de carrera por género” (Macías-González, *et al.*, 2018).

### 2.3.11 Genealogía de Nuria Salán Ballesteros

LA FACILITADORA DE LA CONFERENCIA INTERACTIVA

Nuria Salán Ballesteros llevó a cabo la presentación interactiva de la experiencia motivadora en la ingeniería en metalurgia. Ella nació el 9 de junio del año 1963

<sup>2</sup> *Cfr.* Macías, *et al.* (2018) “El alumnado —en una proporción de dos tercios— está considerando estudiar una profesión diferente a la que marcó en un inicio en el caso de que los escenarios se ampliaran”.

<sup>3</sup> *Cfr.* Macías, *et al.* (2018) “Las áreas de estudio con las frecuencias más altas fueron medicina y ciencias de la salud (19.93%), biotecnología y ciencias agrícolas (15.10%), y humanidades y ciencias del comportamiento (12.59%)”.

en Barcelona y ha vivido en San Baudilio de Llobregat toda su vida. A los 18 años comenzó estudios universitarios de química en la Universidad de Barcelona (UB), especializándose en metalurgia. Terminada la licenciatura, comenzó su etapa de investigación en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Poco después se incorporó a la docencia en la Escuela de Minas de Manresa, impartiendo asignaturas de tecnología de materiales. En 1997 se incorpora en el Campus de la UPC como profesora del Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y es subdirectora de Promoción Institucional y Estudiantado de la Escuela Superior de Ingeniería Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT). Desde 2015 es miembro de la Sociedad Catalana de Tecnología, donde su asamblea general la eligió presidenta en el año 2016 y la reeligió, por el mismo cargo, en 2018.

Entre los años 1995 y 2000 desarrolló su tesis doctoral en Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica en la UPC, titulada *Evolución microestructural de aceros inoxidables austeno-ferríticos sometidos a tratamientos térmicos y termomecánicos*.

Como investigadora ha participado en más de 25 proyectos de investigación, colaborando con empresas y organismos nacionales e internacionales; tiene dos patentes y ha publicado más de 50 artículos de investigación en el ámbito de los aceros inoxidables, metal duro, recubrimientos técnicos, etc. En innovación docente fue impulsora y Coordinadora Académica del proyecto RIMA (Investigación e Innovación de Metodologías de Aprendizaje), del Instituto de las Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC, que agrupaba colectivos temáticos vinculados al desarrollo e implantación de competencias genéricas en estudios técnicos, o metodologías de trabajo y/o aprendizaje. Ha participado en numerosos proyectos de innovación docente, de los cuales seis han recibido el reconocimiento de la UPC (Premio UPC a la Calidad en Docencia Universitaria, modalidad “Premio a la Iniciativa Docente”), y en cuatro ocasiones han sido galardonados con la Distinción Vicens Vives de la Generalidad de Cataluña para proyectos relacionados del aprendizaje con recursos multimedia o el proyecto INSPIRE3.

También se ha involucrado activamente en la promoción de la mujer en las carreras técnicas. En el año 2000 fue secretaria del «I Congreso Nacional de las Mujeres y la Ingeniería en Terrassa». También ha colaborado en todas las ediciones del «Programa Mujer» de la UPC para acercar los estudios tecnológicos a las estudiantes de secundaria, e impulsó la creación, desde el curso 2013-2014, del programa de mentoría M2M para estudiantado de ingeniería.

En junio de 2011 fue nombrada Coordinadora Académica del Programa de Género de la UPC, desde donde se impulsaron e implementaron los sucesivos Planes de Igualdad de Oportunidades de la UPC. El año 2019 fue impulsora, como Comité Organizador, del WSCITECH 2019 (Congreso de las Mujeres, la Ciencia y la Tecnología) que se celebró los días 6 y 7 de marzo en Terrassa.

En el 2017 recibió el Premio *Mujer y Tecnología*, de la Fundación Orange, por su labor divulgadora de la tecnología a la sociedad en general y a las mujeres en particular.

## Fotografías de la experiencia sistematizada

**Imagen 20.** Evidencia del instrumento de recogida de información en dos secciones (no se pidió nombre, solamente datos generales de identificación)

Tengo 2 años. Soy 11 años. Estoy en 2 grado de primaria.

1. Escribe ¿qué deseas ser cuando seas grande antes de escuchar la plática? Quiero ser ingeniera y doctora

2. ¿Por qué quieres ser eso de grande? (marca con una X o subraya todas las palabras que sean en tu caso)

- A eso se dedica alguien de mi familia (mi papa, mi mamá, mi hermana, mi tía, mi tío etc.)
- Eso puedo estudiarlo aquí en Tepic
- Me dicen - mi papa, mi mamá, mi amigo familiar, que de eso hay trabajo aquí en Tepic
- En mi escuela me dicen que es bueno estudiar eso.
- Como veo mucho a mi mamá y a mi papá me gustaría ser como él o ella.
- Quiero hacer otra cosa diferente a lo que hacen en mi familia.
- Escuché que con eso le va bien a las personas.
- Quiero ser eso de grande y trabajar en otro país.
- Quiero ser eso de grande y trabajar aquí.
- En mi familia no me dejan otra cosa.
- En mi familia me dejan lo que yo quiera.
- Es para hombres solamente.
- Es para mujeres solamente.
- Creo que tiene éxito esa carrera porque me gusta mucho
- Siento que tengo vocación para eso de grande

ESPERA... YA NO CONTESTES HASTA QUE SE TE INDIQUE 2ª parte

2. Te gustaría conocer varias profesiones distintas para poder valorar a que te pudieras dedicar de grande? (marca tu respuesta)

Si o No

¿Por qué??? porque quiero

3. ¿Qué opinas de las profesiones que hoy se te mostraron, que son muy comunes para los hombres y no tanto para las mujeres?

muchas cosas me parecen muy divertidas

4. ¿Qué te ha parecido la plática?

Muy divertido

5. ¿Qué has aprendido?

Arro sobre el metal

6. ¿Podrías pensar en estudiar una carrera distinta a la idea que tenías en un principio?

Si o No

¿Por qué??? porque me gusta más lo que me gusta

7. ¿Qué opinas de las mujeres ingenieras o de los hombres enfermeros?

porque me gusta mucho las dos cosas

Muchas gracias por participar en la actividad

Fuente: archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 21.** Investigadora explicando información en la conferencia interactiva de apertura en auditorio (primera institución educativa, sector particular)



Fuente: archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 22.** Investigadora presentando la conferencia interactiva con infantes en auditorio (primera institución educativa, sector particular)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 23.** Investigadora interactuando con la población infantil en su conferencia en auditorio (primera institución educativa, sector particular)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 24.** Láminas expositivas por parte de la investigadora presentándola en la conferencia interactiva en auditorio (primera institución educativa, sector particular)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 25.** Investigadora realizando experimentos vinculados a su área de especialidad, durante su conferencia, con vestuario especial de laboratorio (primera institución educativa, sector particular)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 26.** Investigadora presentando su conferencia interactiva a población infantil (segunda institución educativa, sector público)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 27.** Investigadora mostrando a la población infantil la realización de experimentos (segunda institución educativa, sector público)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 28.** Investigadora, ya con vestuario específico para experimento, interactuando y explicando a la población infantil (segunda institución educativa, sector público)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

**Imagen 29.** Tras su charla, la investigadora responde preguntas y platica con algunas niñas, (segunda institución educativa, sector público)



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

## Cierre

A manera de cierre para este capítulo nos permitimos retomar algunos resultados y recomendaciones de las tres experiencias sistematizadas.

Recordemos que las tres experiencias tuvieron como uno de sus principales objetivos incentivar el desarrollo de vocaciones científicas, pero las audiencias se encontraban en edades y momentos de su formación muy distintos —infantes y estudiantes de nivel medio superior.

Otra coincidencia experiencial es el reconocimiento de lo necesario que es ampliar el panorama de carreras y profesiones para la niñez y la juventud. Además de la importancia de llegar a aquellos públicos que tienen pocas oportunidades de participar en actividades de divulgación de la ciencia.

En este capítulo compartimos tres maneras de visibilizar a las mujeres, los temas de investigación que trabajan y lo que les interesa —sumando a desmontar estereotipos de género por medio de estrategias varias: incluyendo temas cercanamente relacionados con lo femenino; las infancias y juventudes, al tener la oportunidad de escuchar a mujeres científicas hablar sobre su trabajo, pudieron visualizar a las mujeres en este campo, conocer sus temas de investigación y cómo los trabajan; además, ahora vislumbran una más amplia variedad de carreras y profesiones.

Una de las recomendaciones más importantes es la evaluación de las experiencias con objetivos de mejora, y también para la investigación respecto a la intervención para el desarrollo de vocaciones científicas. También destacamos la importancia de difundir los productos y resultados de las experiencias vividas por diferentes medios: ya sea de manera formal entre la comunidad académica por medio de presentaciones, publicaciones o a través de los medios digitales donde es posible encontrar algunos de los materiales generados.

# **PARTE 3**

| Talleres científicos |

INTEGRA EXPERIMENTOS O TALLERES DE AUTORÍA que han ayudado a divulgar temas científicos entre distintos sectores de la población estudiantil de los lugares en donde las autoras tienen agencia.

Hace algunas décadas que la divulgación de la ciencia se desarrolla desde diferentes espacios, incluso se ha propuesto que es necesaria su profesionalización. Las siguientes actividades forman parte de un taller científico propuesto por dos integrantes de uno de estos grupos que tienen una larga historia realizando divulgación de la ciencia, quienes, además, son científicas con importantes logros en el campo disciplinar de la física. Ellas, por supuesto, han integrado su visión desde la perspectiva de género, vindicando los aportes de las científicas en conceptos relevantes de su disciplina y desarrollando actividades experimentales con estas bases conceptuales.

## 3.1 El huevo que se volvió saltarín

*Areli Montes Pérez  
Reyna Xoxocotzi Aguilar*

### 3.1.1 Antecedentes históricos

**Imagen 30.** Sophie Germain (1776-1831)



*Fuente:* Elaboró Reyna Xoxocotzi Aguilar

FUE UNA DESTACADA MATEMÁTICA, de finales del siglo XVIII, que introdujo grandes aportaciones a la Teoría de los Números, la cual estudia principalmente las propiedades de los números enteros, y a la Teoría de la Elasticidad, que estudia los sólidos elásticos que sufren deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores. Contra el deseo de su familia, estudió matemáticas de manera autodidacta para evadirse de los tiempos de lucha en los que le tocó vivir. Fue la primera mujer en conseguir un premio de la Academia Francesa de las Ciencias (De Francisco, *et al.*, 2011).

Sophie Germain nació en París en 1776, en el seno de una familia adinerada, liberal y burguesa. Cuando ella tenía 19 años se fundó la Escuela Politécnica de París, que vetaba desde su origen a las mujeres. Consiguió apuntes por medio de alumnos de la Escuela. Al final del curso Sophie presentó, bajo el nombre de un exalumno llamado Antoine-Auguste Le Blanc, un trabajo que impresionó por su calidad. Después de esto comienza a estudiar la Teoría de los Números Enteros, aún bajo el seudónimo de Le Blanc.

Desde 1809 comenzó a trabajar en el campo de la física matemática, en concreto, sobre la elasticidad de las superficies. En 1816 recibió un premio de la Academia de las Ciencias por su memoria sobre las vibraciones de las superficies elásticas, convirtiéndose en la primera mujer en conseguirlo. Fue la primera mujer, no esposa de académico, que pudo asistir a las sesiones de la Universidad de Göttingen. La hipótesis de Germain sobre la elasticidad de los cuerpos considera que la fuerza de la elasticidad es proporcional a la suma de las curvas principales. Definió la curvatura media como medida aritmética de las curvaturas principales. Contribuyó con su trabajo a la evolución de la teoría general de la elasticidad, misma que ha tenido aplicación en la construcción de estructuras muy reconocidas —como la Torre Eiffel. A pesar de ello, su nombre no figura entre los nombres de los científicos que ayudaron al estudio de este campo y que están grabados en dicha torre.

### 3.1.2 Sondeo

¿Conoces algún material elástico?

Explica con tus palabras ¿qué características tienen los materiales elásticos?

¿En tu vida diaria dónde usas materiales elásticos?

¿Qué ventajas y desventajas tiene el uso de estos materiales?

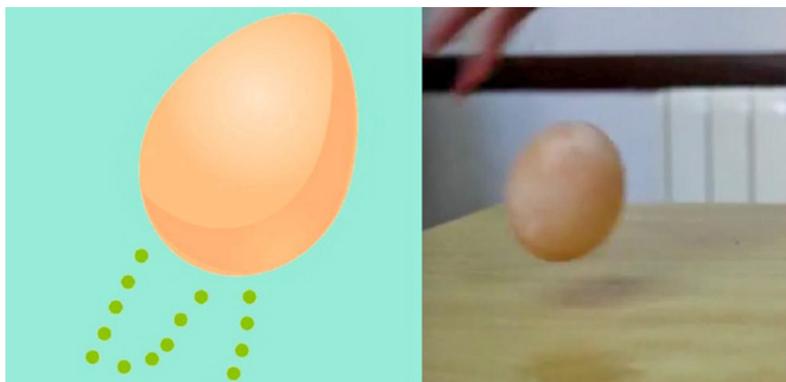
### 3.1.3 Introducción

Cuando un objeto está sujeto a fuerzas externas, por lo general, experimenta cambios en tamaño, forma o ambos. Estos cambios dependen de la configuración y el enlace de los átomos que constituyen el material. La elasticidad es aquella propiedad de un cuerpo por la que este experimenta un cambio en su forma cuando actúa sobre él una fuerza de deformación, y por medio de la cual regresa a su forma original cuando se deja de aplicar dicha fuerza. La constante elástica del resorte mide el grado de elasticidad permitida en función de la fuerza. Los procesos de tensión y compresión son dos propiedades de los resortes. La tensión ocurre cuando se aplican fuerzas externas en los extremos del resorte y provocan su alargamiento; mientras que la compresión ocurre cuando se aplican fuerzas externas contrarias que apuntan hacia el centro del resorte, por lo que el resorte reduce su longitud, se encoge (Hewit, 2004).

### 3.1.4 Objetivo

El objetivo principal es observar la elasticidad de un huevo mediante un proceso químico previo.

**Imagen 31.** El huevo rebota sobre la superficie con la cual entra en contacto debido al efecto elástico que adquiere al ser sometido a un proceso químico cuando el vinagre entra en contacto con su superficie, por eso decimos que el huevo se vuelve saltarín



*Fuente:* archivo del grupo de trabajo.

### 3.1.5 Material

- Un huevo,
- vinagre,
- un recipiente de plástico con tapa.

### 3.1.6 Procedimiento

Colocar el huevo dentro del recipiente de plástico, llenar el recipiente con vinagre y taponarlo. Dejar reposar por un lapso de 48 horas. Una vez transcurrido el tiempo indicado, extraer el huevo —cuidadosamente— del recipiente; ahora hay que dejarlo caer, pero no desde una gran altura porque se romperá. ¿Lo hicieron rebotar?

### 3.1.7 Explicación

Al retirar el huevo del recipiente con vinagre, inmediatamente, se observa que el huevo ha aumentado de tamaño y su cáscara ha sido disuelta por el líquido. Cuando lo soltamos a una cierta altura, observamos que el huevo tiene la propiedad de rebotar, es decir, el huevo ha adquirido cierta elasticidad. El proceso por el cual ha pasado es el siguiente: el vinagre disolvió la cáscara y en una reacción llamada ósmosis (se refiere al movimiento de agua a través de una membrana semipermeable), debido a que la concentración de solutos<sup>1</sup> a ambos lados de la membrana genera una diferencia de presión osmótica, fuerza necesaria para el movimiento del agua, el vinagre penetró hasta el interior del huevo a través de la membrana. El huevo se vuelve saltarín, y rebota, porque la membrana se vuelve elástica (Experimentos caseros, 2012).

### 3.1.8 Aplicación

En la naturaleza existen materiales elásticos y la humanidad los ha aprovechado en su beneficio. Estos materiales se pueden sintetizar, es decir, se pueden fabricar en un laboratorio y son conocidos como polímeros.

En la actualidad los materiales elásticos son de gran importancia en diferentes áreas de la industria debido a que ofrecen mayor resistencia y durabilidad. Uno

<sup>1</sup> Se denomina soluto a la sustancia que se disuelve en un solvente; la sustancia y el solvente, en conjunto, forman una mezcla homogénea denominada solución.

de los materiales más usados es el látex, lo encontramos en guantes, botas, mangueras y tiene una gran aplicación en material de curación y quirúrgico en la medicina; se usa, por ejemplo, en mascarillas anestésicas o de reanimación, sondas y catéteres, torniquetes y compresores, émbolos de jeringas y ciertas tiras adhesivas, estetoscopios y hasta prótesis dentales. El látex también se encuentra en muchos artículos escolares, domésticos, deportivos y hasta en la ropa (Hernández-Islas, 2012). Algunos estudios científicos analizan las propiedades de los materiales elásticos para poder sintetizar otros, o bien para garantizar su durabilidad y sus diferentes aplicaciones en la industria.

## Referencias

- De Francisco-Heredero, Inés, Cristina García-Menéndez, María Martínez-Menéndez y Catalina Mijares-Rilla. 2011. *Otras miradas: Aportaciones de las mujeres matemáticas*. Madrid. Federación de Enseñanza de CCOO. <https://fe.ccoo.es/9accb222558c022b7c04e03a753d8a9d000063.pdf>
- Experimentos caseros. 2012. Como hacer un huevo saltarín. <http://www.experimentoscaseros.info/2012/07/como-hacer-un-huevo-saltarin.html>
- Hernández-Islas, Raúl. 2011. ¿Cómo se sintetiza un material elástico? <https://es.scribd.com/doc/56606488/Como-se-sintetiza-un-material-elastico>
- Hewitt, Paul. *Conceptos de física*. México: Limusa, 2004.



## 3.2 ¿Simetría o ilusión óptica?

*Areli Montes Pérez  
Reyna Xoxocotzi Aguilar*

### 3.2.1 Antecedentes históricos

**Imagen 32.** Amalie Emmy Noether (1882-1935)



*Fuente:* Elaboró Reyna Xoxocotzi Aguilar

(NACIÓ EN ERLANGEN, ALEMANIA), en un entorno relacionado con el mundo de la matemática y murió en 1935. Acudió a la escuela de Städtische Höhere Töchterschule de Erlangen desde 1889 hasta 1897, donde recibió clases de idiomas, matemáticas y piano.

En principio su objetivo consistía en convertirse en profesora de idiomas, para lo que estudió inglés y francés a un nivel más avanzado, e hizo los exámenes del estado de Bavaria en la primavera de 1900 consiguiendo buenas calificaciones. Esto le permitiría enseñar ambos idiomas en cualquier escuela para mujeres de Bavaria. Sin embargo, Emmy decidió proseguir sus estudios y así acudió a la universidad de Erlangen de 1900 a 1902 para continuar su preparación. Es importante mencionar que en aquella época la presencia de las mujeres en las universidades era esporádica y debían tener previa autorización para acudir únicamente como oyentes. En ese mismo período preparó sus exámenes de graduación, que realizó en la Königliches Realgymnasium de Nuremberg en julio de 1903; de allí viajó a Göttingen, donde por primera vez hizo contacto con profesionales de la matemática.

Un poco más tarde comenzaría su trabajo sobre los invariantes diferenciales y problemas variacionales, mismo que la mantuvo ocupada entre 1917 y 1918. Presentó parte de sus resultados en seminarios; en particular “*Invariante Variations probleme*”, en julio de 1918, frente a la Sociedad Matemática en Göttingen, artículo que fue publicado a finales de ese mismo año y se considera su tesis de “*habilitation*”. Al año siguiente la Guerra había llegado a su fin trajo consigo una serie de mejoras para la mujer, tales como el derecho al voto y una modificación al reglamento de oposiciones. Así, el 21 de mayo de 1919 la facultad aprobó su petición de habilitación, el 28 de mayo Emmy realizó un examen oral y el 4 de junio dio la conferencia de prueba frente a la plana mayor matemática, de la Facultad de Filosofía de Göttingen, compuesta por Courant, Debye, Hilbert, Klein, Landau, Prandtl, Runge y Voigt, entre otros.

El artículo de Emmy muestra los resultados conocidos en el mundo de la física como el Teorema de Noether. Se ha convertido en parte del material teórico de base. Este teorema formaliza la idea de que cada generador de un grupo de simetría lleva asociada una cantidad conservada, es decir, al aplicarle una operación no sufre cambios.

### 3.2.2 Introducción

En física se utiliza el concepto matemático de simetría relacionado con la invariancia frente a una transformación (operación): se considera que una propiedad física es simétrica respecto a una transformación si ésta deja invariante a la propiedad, es decir, la propiedad no cambia. Por ejemplo, la simetría temporal significa que, si invertimos el sentido del tiempo, las leyes de la física siguen verificándose. Más generalmente, la simetría CPT (Carga-Paridad-Tiempo), es un principio fundamental de invariancia o simetría de las leyes físicas que establece que, bajo transformaciones simultáneas que involucren la inversión de la carga eléctrica, la paridad y el sentido del tiempo, las ecuaciones de evolución temporal de un proceso físico y las de un proceso análogo, se refiere a la carga positiva o negativa, al tiempo (avanzar o retroceder) y a la paridad espacial (espacio actual o su imagen especular dada por un espejo imaginario).

### 3.2.3 Sondeo

¿Qué entiendes por simetría u objeto simétrico?

Cuando una esfera gira hacia la derecha o hacia la izquierda, ¿puedes distinguir la dirección de la rotación?

¿Has observado en la naturaleza objetos simétricos? ¿Dónde?

### 3.2.4 Objetivo

Estudiar la simetría y aprender a distinguir y clasificar diferentes tipos de simetría con diversos objetos.

### 3.2.5 Material

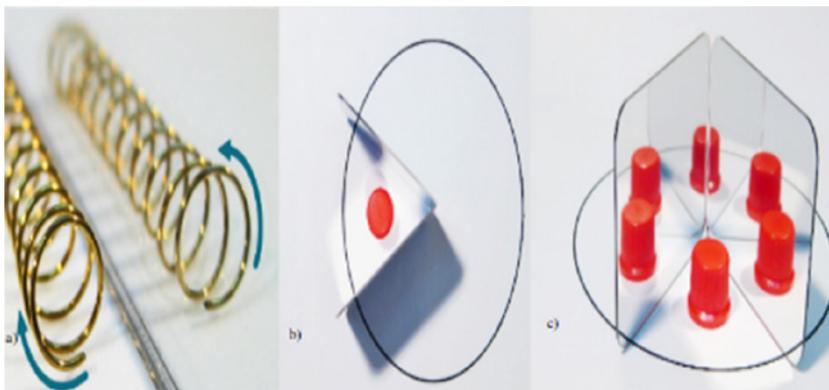
- Dos espejos,
- una tapa de refresco,
- dos resortes de metal o plástico,
- una hoja cuadrículada.

### 3.2.6 Procedimiento

Coloca frente a uno de los espejos cada uno de los objetos, uno por uno, y observa qué pasa cuando los rotas, los acercas o los alejas. Ahora observa qué pasa

con los objetos cuando los colocas frente a dos espejos que forman un ángulo de 45 grados, uno junto al otro.

**Imagen 32.** A) Observación de cada uno de los objetos con un solo espejo, cuando rotan, se acercan o se alejan del mismo. B y C) Cuando los objetos son vistos con dos espejos a 45 grados



Fuente: <http://www.ciensasion.org>.

### 3.2.7 Explicación

Existen diferentes tipos de simetría que el estudiantado puede descubrir con los espejos.

**Simetría bilateral:** un objeto, como el cuerpo humano, reflejado en un plano, muestra el objeto completo.

**Simetría de rotación:** un objeto, como un círculo, se ve completo en un espejo, incluso si rotas el espejo sobre un eje. Atención: esto no contempla todas las clases de simetría de rotación. Una mejor definición se obtiene si rotas un objeto o patrón, en algunos grados se ve igual (por ejemplo: el símbolo de reciclaje o el símbolo de la reconocida marca de autos de lujo, Mercedes Benz).

**Simetría de traslación:** un patrón, como una hoja cuadrículada, refleja su continuidad cada vez que el espejo se mueve una distancia específica, por ejemplo, un cuadrado.

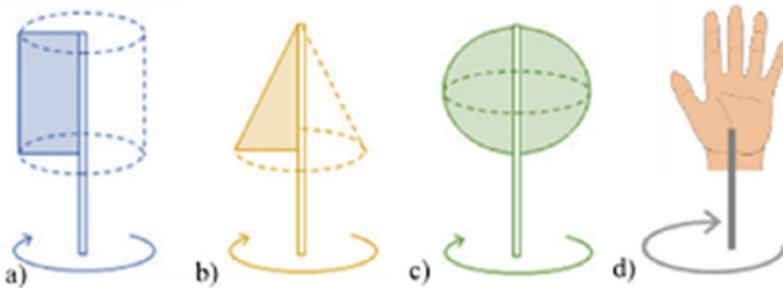
Una hélice, como un resorte, no tiene ni simetría bilateral ni de rotación, se llama quiralidad, como se observa en la Imagen 32 (A), el resorte es quiral, ya que él y su imagen de espejo no se pueden superponer.

### 3.2.8 Aplicación

Todas las personas tenemos una idea de lo que es una simetría, todos hemos tocado y observado figuras como un cilindro o una pelota de playa en forma esférica. ¿Qué es exactamente lo que observamos de un objeto al cual consideremos simétrico?

Imagina un cilindro, luego cierra los ojos por un momento, imagina que alguien gira el cilindro alrededor de su eje vertical. Cuando abres los ojos, ¿hay alguna manera de saber que una rotación ha tenido lugar? La respuesta, por supuesto, es no, pero ¿qué significa eso? Significa que, aunque algo cambió (la posición de rotación del cilindro), algo más permaneció sin cambio. La manera en que percibimos la totalidad, que es el cilindro, se ve exactamente igual. El acto de mover o “transformar” simultáneamente el cilindro exhibe las cualidades tanto del cambio (transformación) como del no cambio (invariancia)<sup>3</sup>. La simetría se manifiesta en mayor o menor grado.

**Imagen 33.** Diferentes tipos de simetrías



*Fuente:* Elaboró Areli Montes Pérez

Una esfera, como en la Imagen 33 (C), por ejemplo, tiene más simetría que un cilindro, ya que posee innumerables ejes posibles sobre los cuales podría gi-

rar y seguir apareciendo igual. Un copo de nieve tiene menos simetrías que un cilindro, puesto que sólo hay seis posiciones en las que se podría girar y no se podría distinguir ningún cambio. Sin embargo, una mano no tiene simetría (ver Imagen 33 (d)); no hay absolutamente ninguna manera en que pudiera ser girada sin que luzca totalmente diferente.

## Referencias

- De Francisco-Heredero, Inés, Cristina García-Menéndez, María Martínez-Menéndez y Catalina Mijares-Rilla. 2011. *Otras miradas: Aportaciones de las mujeres matemáticas*. Madrid. Federación de Enseñanza de CCOO. <https://fe.ccoo.es/9accb222558c022b7c04e03a753d8a9d000063.pdf>
- Klauber, Robert. *Student Friendly Quantum Field Theory*. Estados Unidos: Sandtrove, 2013.
- Malacara, Daniel. *Óptica Básica*. México: Fondo de Cultura Económica, 2016.

## 3.3 La magia de la dimensión 3D

*Areli Montes Pérez  
Reyna Xoxocotzi Aguilar*

### 3.3.1 Antecedentes históricos

**Imagen 34.** Grace Chisholm Young (1868 – 1944)



*Fuente:* Elaboró Reyna Xoxocotzi Aguilar

NACIÓ EN INGLATERRA EN EL SENO DE UNA FAMILIA CON ELEVADO CAPITAL CULTURAL y económico. Era la más pequeña de cuatro hermanos. Su madre, A. Louisa Bell, era una consumada pianista y su padre, Henry William Chisholm, tenía un importante puesto de trabajo en el Departamento de Pesas y Medidas del gobierno inglés. Era habitual que ambos dieran recitales de piano y violín en Haslemere Town Hall. La primera formación que Grace recibió, de su madre y su padre, estaba adaptada a los gustos y preferencias de la joven e incluyó nociones de música y cálculo mental. Fue contemporánea de Sofía Khovalevsky (1850–1891), otra gran matemática.

En el año 1905 Grace escribió dos libros: *Bimbo* y *Primer libro de Geometría*. En el primero la autora describe el proceso de división celular. Esta publicación nace con el objetivo de servir de herramienta didáctica para instruir en biología a sus descendientes y goza, aún en la actualidad, de gran fama. Fue traducido a varios idiomas y reeditado en 1970, con el nombre de *Beginner's Book of Geometry*. En él se plasma el hecho de que al estudiantado no se le inculcara el hábito de la observación geométrica, ni se les instruyera en la práctica natural del pensamiento en dimensión tres (tercera dimensión). Ella afirma lo siguiente en esta obra: “En cierto sentido, la geometría plana es más abstracta que la tridimensional, o también llamada geometría del sólido”.

Grace Chisholm era partidaria de que los alumnos y alumnas utilizaran herramientas a su alcance para construir figuras geométricas (lápices, tijeras, papel, alfileres...), por lo que en sus publicaciones incluyó y desarrolló figuras tridimensionales para que pudieran ser construidas. Opinaba que viendo estas figuras construidas sería más sencillo que entendieran y resolvieran los problemas de geometría, ya que la geometría en dimensión tres es más cercana a la realidad y a la experiencia cotidiana. De esas figuras geométricas sólo cinco pueden ser clasificadas dentro del grupo de poliedros regulares o sólidos platónicos. A lo largo de su vida escribió unos 200 artículos e hizo aportaciones al cálculo integral y sobre el estudio de las derivadas de las funciones reales.

### 3.3.2 Introducción

En la actualidad, la tecnología ha tenido avances impresionantes para generar imágenes en 3D, hologramas que son superficies en dos dimensiones que tienen la capacidad de mostrar imágenes detalladas de objetos reales en tres dimen-

siones. La palabra holograma es un neologismo (palabra o expresión de nueva creación en una lengua) que se compone del griego *holos*, que indica “todo”, y *grama*, que se refiere a “mensaje”; es lo que comúnmente conocemos como visión gráfica.

La visión gráfica es una técnica avanzada de fotografía que consiste en crear imágenes tridimensionales basadas en el empleo de la luz. Una imagen tridimensional puede ser vista desde cualquier ángulo, sin importar la altura o la distancia. La holografía fue inventada en 1948 por el físico húngaro Dennis Gabor, que recibió por esto el premio Nobel de Física en 1971. Recibió la patente GB685286 por su invención, sin embargo, se perfeccionó años más tarde con el desarrollo del láser, pues los hologramas de Gabor eran muy primitivos a causa de las limitaciones en los aparatos que usaba.

### 3.3.3 Sondeo

¿Qué entiendes por imagen 3D? En la vida diaria, ¿nosotros visualizamos imágenes en 3D? ¿Cómo puedes generar imágenes 3D? ¿En dónde se utilizan los hologramas cotidianamente?

### 3.3.4 Objetivo

Aplicar conocimientos básicos de matemáticas para construir una pirámide para tu propio generador de imagen virtual 3D.

### 3.3.5 Material

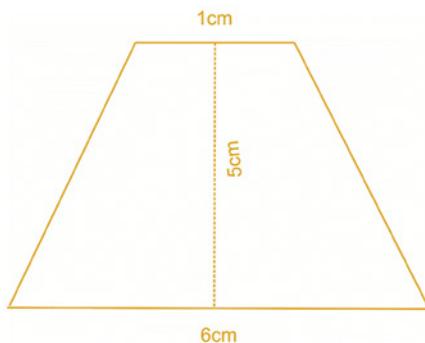
- Teléfono inteligente o *smartphone*,
- caja de CD metacrilato (es un tipo de plástico: Polimetacrilato de Metilo),
- video para generar imagen en 3D (lo puedes bajar de Youtube),
- cinta adhesiva transparente,
- cúter.

### 3.3.6 Procedimiento

La Imagen 35 se muestra las medidas de un trapecio, que es uno de los lados de la pirámide a construir, del cual debes tener cuatro piezas. Se recomienda hacer

una plantilla con las medidas indicadas en un papel cuadriculado. Esta servirá para cortar el metacrilato con la ayuda del cúter.

**Imagen 35.** Plantilla del trapecio, que es uno de los lados para la pirámide a construir



*Fuente:* Elaboró Areli Montes Pérez

Una vez que tenemos los cuatro trapecios de metacrilato, se pegan con la cinta adhesiva transparente. El pegado es por la parte más ancha de los lados, como lo que muestra la Imagen 36.

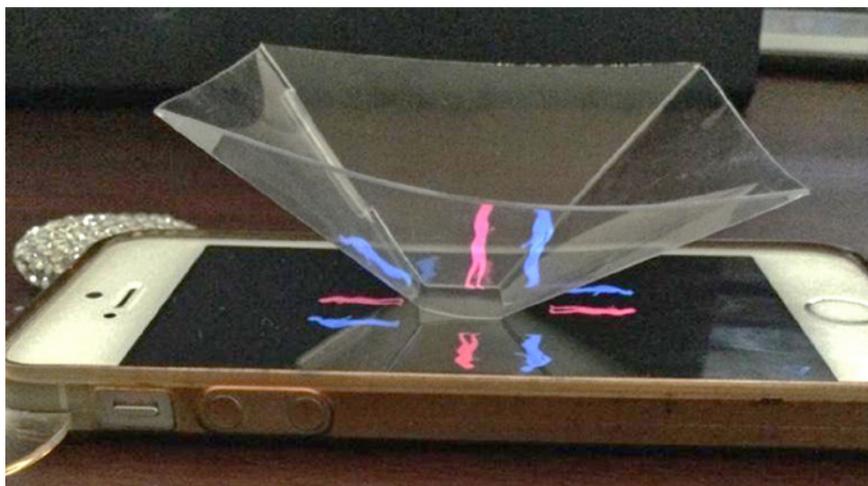
**Imagen 36.** Pirámide de cuatro lados



*Fuente:* Elaboró Areli Montes Pérez.

Ahora busca en YouTube un video para reproducir hologramas, coloca la pirámide sobre la pantalla del teléfono inteligente y reproduce el video. Coloca la pirámide siguiendo el ejemplo de la Imagen 37.

**Imagen 37.** Esquema de cómo debe colocarse la pirámide sobre la pantalla del *smartphone*

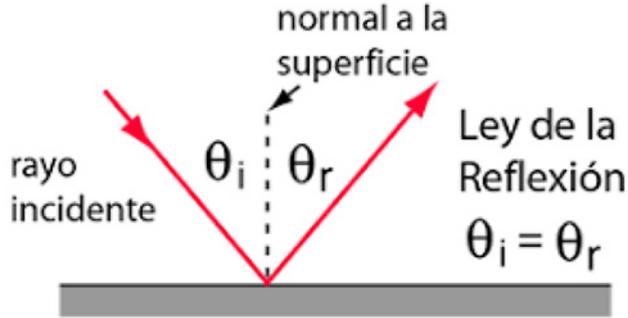


*Fuente:* Elaboró Areli Montes Pérez

### 3.3.7 Explicación

El video que se reproduce en el teléfono inteligente es un tipo de audiovisual compuesto por una imagen repetida cuatro veces y que genera una ilusión óptica. Lo que sucede es lo siguiente: las imágenes que se reflejan en una superficie parecen provenir de detrás de la superficie porque nuestra visión sigue la Ley de Reflexión. En la Imagen 38 se muestra, esquemáticamente, dicha Ley, la cual sostiene que “el ángulo incidente siempre es igual al ángulo reflejado”, esto sobre una superficie pulida y reflejante.

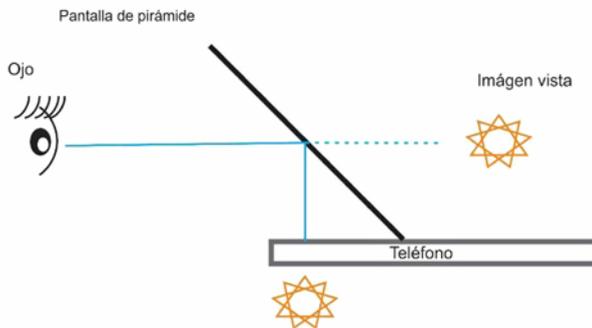
**Imagen 38.** Ley de Reflexión, el **ángulo** incidente es igual al **ángulo** reflejado



Fuente: Elaboró Areli Montes Pérez

Como se muestra en la Imagen 39, el ojo solo ve la luz que viaja en línea recta, por lo que percibimos que el objeto viene de “detrás” de la superficie a una distancia igual a la existente entre el objeto real y la superficie reflectante. En la figura se describe cómo las imágenes del video en el teléfono están formadas por la pirámide, de acuerdo a la Ley de Reflexión.

**Imagen 39.** Las cuatro imágenes del vídeo proyectadas por nuestro dispositivo móvil, se reflejan en los cuatro lados de la pirámide, resultando una imagen tridimensional en movimiento dentro de la pirámide



Fuente: Elaboró Areli Montes Pérez

### 3.3.8 Aplicación

Los hologramas se utilizan actualmente en tarjetas de crédito, billetes de banco, etiquetas de seguridad, embalajes, certificados, pasaportes y otros documentos de identidad, así como en discos compactos y otros productos, además de su uso como símbolo de originalidad y seguridad.

### Referencias

- De Francisco-Heredero, Inés, Cristina García-Menéndez, María Martínez-Menéndez y Catalina Mijares-Rilla. 2011. *Otras miradas: Aportaciones de las mujeres matemáticas*. Madrid. Federación de Enseñanza de CCOO. <https://fe.ccoo.es/9accb222558c022b7c04e03a753d8a9d000063.pdf>
- Hecht Eugene. *Óptica*. Madrid: Addison Wesley. 2000.
- Malacara, Daniel. *Óptica Básica*. México: Ediciones Científicas Universitarias y Fondo de Cultura Económica, 2015.
- Moleno-Aparicio, María y Salvador, Adela. *Sonia Kovalévskaya*. Madrid: Ediciones del Orto, 2002.
- Neostuff. 2015. “Como crear un proyector 3D con tu celular”. *En Neostuff*. <https://www.neostuff.net/como-crear-un-proyector-3d-con-tu-celular/>



## 3.4 Proporción áurea de tu cuerpo, el número de oro

*Arely Montes Pérez  
Reyna Xoxocotzi Aguilar*

### 3.4.1 Antecedentes históricos

**Imagen 40.** Theano, destacada profesora de la Antigua Grecia,  
nacida en el siglo VI a.C.



*Fuente:* Elaboró Reyna Xoxocotzi Aguilar

THEANO NACIÓ EN CROTONA. Es una de las primeras mujeres matemáticas de las que históricamente se tienen datos. Tuvo la oportunidad de ser instruida ya que pertenecía a una familia de mecenas. Ingresó a la Escuela de Crotona y pronto comenzó a destacar como la alumna más aventajada y, con el tiempo, llegó a convertirse en profesora.

Las investigaciones históricas atribuyen a Theano varios escritos de matemáticas, física, medicina, y un destacado tratado sobre el número de oro. Este número es una de las soluciones a la ecuación de segundo grado que resulta de hacer una proporción —denominada proporción áurea por su belleza geométrica— entre segmentos. Además, ella y otras mujeres de la misma escuela tuvieron fama como importantes curanderas.

### 3.4.2 Sondeo

¿Habías escuchado antes el término de proporción áurea? ¿Sabías que tu cuerpo tiene una proporción áurea? Entre más se acerque al número de oro (1,618), eres más armonioso/a.

### 3.4.3 Introducción

En la actualidad, y desde que se conoce el término de proporción áurea, el humano ha incorporado la proporción áurea en los más diversos quehaceres: las matemáticas, las obras de arte (esculturas), la arquitectura (construcciones), en la fotografía, los logos publicitarios y en la música. En la naturaleza también se puede encontrar la proporción áurea y, por lo mismo, esta “divina proporción” aparece también en el cuerpo humano —en el que todas las partes guardan relación con la proporción áurea. Así, la relación entre la altura total de una persona y la altura entre el ombligo y el suelo están en proporción áurea. O la distancia entre el nacimiento del pelo y el mentón y la distancia entre el nacimiento del pelo y los labios.

### 3.4.4 Objetivo

El objetivo principal es entender qué es la proporción áurea y determinar si nuestro cuerpo cuenta con ella.

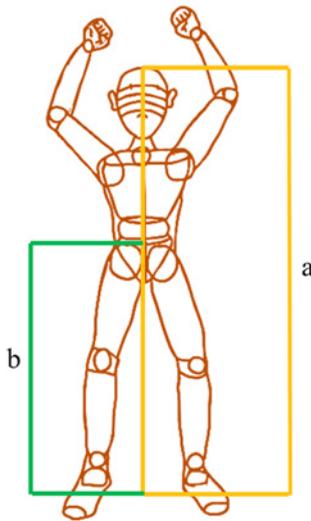
### 3.4.5 Material

- Una cinta métrica o flexómetro,
- lápiz y papel.

### 3.4.6 Procedimiento

La actividad se realiza en parejas de modo que las dos personas se midan mutuamente. Primero medirán su altura total y luego la distancia del ombligo al suelo, como se muestra en la Imagen 41 (a) y (b), respectivamente. Se apuntarán los resultados para calcular, mediante la división de las dos longitudes, cuál es su proporción.

**Imagen 41.** (a) Medición de la altura total.  
b) Medición del ombligo al suelo



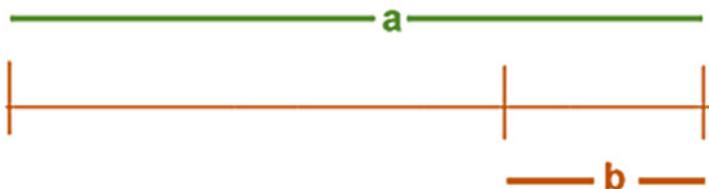
*Fuente:* Elaboró Reyna Xoxocotzi Aguilar

Siguiendo los ideales de belleza de los griegos, la persona que más se aproxime al número de oro (1,618) será el/la más armonioso/a. Los resultados obtenidos se situarán entre 1,5 y 1,7.

### 3.4.7 Explicación

El número de oro es un número irracional (decimal, infinito, no periódico) que se obtiene al establecer una proporción entre segmentos con las siguientes características: sean **a** y **b** segmentos, como se muestra en la Imagen 42.

**Imagen 42.** Segmentos a y b



*Fuente:* Elaboró Areli Montes Pérez

tales que:

$$ab = ba - b \dots (1)$$

por lo que:

$$aa - b = b^2 > a^2 - ab = b^2 > a^2 - ab - b^2 = 0 \dots (2)$$

tomando **a** como incógnita y **b** como un valor cualquiera o coeficiente, reconoceremos la fórmula característica de la ecuación de segundo grado, por lo que tenemos

$$a = \frac{bb^2 + 4b^2}{2} = \frac{b^5b^2}{2} = b + \frac{b^5}{2} = b(1 + \frac{5}{2}) \dots (3)$$

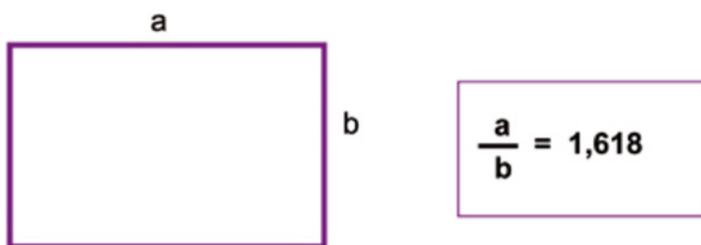
como el cociente ha de ser positivo por ser un cociente entre longitudes, tendremos que tomar el valor positivo, es decir

$$ab = 152 = 1,618 \dots (4)$$

Los pitagóricos desarrollaron esta proporción con el estudio de algunos polígonos regulares, tales como el pentágono regular y el decágono regular, así como con uno de los llamados poliedros platónicos, el icosaedro.

Un rectángulo de proporción áurea (Imagen 43) será aquel en el que, si dividimos el lado mayor entre el menor, obtenemos nuevamente 1,618...

**Imagen 43.** Rectángulo de proporción áurea



*Fuente:* Elaboró Areli Montes Pérez

Theano, al igual que el resto de la Escuela de Crotona, creía en el número como esencia del universo. En la búsqueda de la armonía y la perfección, este número fue utilizado en numerosas obras de arte posteriores. Así, Fidias, famoso escultor griego, empleó el rectángulo de proporción áurea en la fachada del Partenón y en diferentes medidas del edificio.

### 3.4.8 Aplicaciones

Actualmente la proporción áurea se aplica en el diseño de las más diversas cosas y productos: logotipos, casas modernas, escaleras (en forma de caracol), esculturas, pinturas y otras obras de arte. En la naturaleza se puede encontrar cuando hay vórtices de tormentas que se captan vía satélite. En la música del siglo XX los compositores usaron la sección áurea para estructurar las secciones de las obras.

### Referencias

De Francisco-Heredero, Inés, Cristina García-Menéndez, María Martínez-Menéndez y Catalina Mijares-Rilla. 2011. *Otras miradas: Aportaciones de las mujeres matemáticas*.

Madrid. Federación de Enseñanza de CCOO. <https://fe.ccoo.es/9accb222558c022b7c04e03a753d8a9d000063.pdf>

Ramírez, Manuel. 2020. “Proporción áurea”. En *Creativos On Line*. Creative Commons. <https://www.creativosonline.org/proporcion-aurea.html>

## **Cierre**

La vasta experiencia en divulgación de las investigadoras en campos de la ciencia por demás androcéntricos nos invita a repensar las biografías de las científicas cuyas aportaciones dan pie a los experimentos que forman parte del Taller científico. Este incluye, además de una reflexión teórica de los temas a tratar, una breve biografía de algunas mujeres relevantes para los avances científicos. La intención fue centrarse en cómo la época en que vivieron, y su condición de mujeres de ciencia, influyó su manera de construir conocimiento, los temas que trataban y la forma como los abordaban. Las biografías buscan visibilizarlas por sus contribuciones a la ciencia —y no por los varones (padres, esposos o mentores) que formaban parte de sus vidas. Ellas, las científicas, fueron y son las protagonistas de su propia historia. Por ello los experimentos que forman parte del Taller científico incluyen como objeto de divulgación el trabajo y los descubrimientos de estas importantes mujeres.

## **PARTE 4**

‡ Experimentos y actividades para la divulgación  
de la ciencia y la promoción de vocaciones científicas ‡

LA DIVULGACIÓN ES UNA ACTIVIDAD CONSTANTE entre quienes estudian o se desempeñan profesionalmente en todos los campos de la ciencia. En algunas ocasiones esta labor no es intencional, pues bien puede ser parte de una charla con alguien que se acerca a conocer más sobre algún tema. En otras hay objetivos específicos como, por ejemplo, incidir en alguna población en específico. Éste es el caso de los experimentos y actividades que presentamos en esta última parte.

Las autoras de estas propuestas las diseñaron con el objetivo de promover vocaciones científicas, principalmente entre las niñas y jóvenes. Son el producto de una profunda reflexión no sólo dentro de su campo de conocimiento, sino, sobre todo, de cómo hacer divulgación de la ciencia con perspectiva de género.

En este sentido, presentan experimentos y actividades diseñados desde diferentes disciplinas de las ciencias exactas y la educación que, principalmente, tienen entre sus objetivos evitar reforzar estereotipos sobre quién puede hacer ciencia y qué tipo de ciencia, además de resaltar el papel de las mujeres en los temas tratados y otros relacionados.

## 4.1 Energía y movimiento por un sismo

*Lorena Romero Salazar  
Melissa Monroy*

### 4.1.1 Reflexiones

DESCRIBAN LOS DIFERENTES MOVIMIENTOS que percibieron en el último sismo que recuerden. ¿Cómo se generan los sismos?, ¿cuáles son los tipos de onda?, ¿con qué conceptos es posible definir físicamente a las ondas?

Investiguen el orden de magnitud de la energía liberada durante un sismo y compárenla con algún movimiento diario como subir escalones, iniciar una carrera, caminar a paso lento, a paso acelerado; ¿cómo se compara la energía liberada para salir del salón y llegar a una zona de seguridad y la cantidad de energía consumida en el desayuno? ¿Existen sismos en Marte? ¿Cómo cambiaría tu trayectoria para salir del salón en un sismo, si experimentáramos la gravedad de la luna? ¿Por qué los perros de rescate pueden ubicar a las personas entre escombros y edificios colapsados?, ¿qué es lo que realmente detectan?, ¿un sólido, un líquido o un gas?

### 4.1.2 Datos curiosos

En el año 132 d.C. Zhang Heng creó un sismógrafo en forma de jarrón, con dragones alrededor que sostienen pelotas. Debajo de los dragones están unos sapos. Ante la presencia de un sismo, una pelota se soltaba del dragón y caía en la boca del sapo.

### 4.1.3 Objetivo

Observar el comportamiento de un edificio ante un sismo.

### 4.1.4 Materiales

*Para el edificio*

- Hojas de papel y colores para hacer tu diseño,
- palillos de madera,
- bombones miniatura.

*Para el sismo*

- Una bandeja de aluminio,
- gelatina preparada y cuajada.

### 4.1.5 Desarrollo del experimento

La gelatina debe estar lista para hacer las pruebas, por lo que es necesario prepararla un día antes. En las hojas de papel dibuja el diseño de tu edificio. Decide qué tan alto quieres que sea, la forma general, cómo será la base. Recuerda que debe poder mantenerse en pie. Una vez que hayas decidido el diseño, haz una estimación del número de palillos y malvaviscos que usarás para armar su estructura. Considera el largo del palillo y que en cada punta llevará un malvavisco para unirlo a otro palillo. Con mucho cuidado, coloca un malvavisco miniatura en uno de los extremos de los palillos. Siguiendo tu diseño, continúa uniendo los palillos con los malvaviscos.

Coloca la gelatina sobre la bandeja de aluminio y tu edificio sobre la gelatina. Comienza a mover suavemente la bandeja. Observa el movimiento de tu edificio. Puedes experimentar modificando la velocidad, frecuencia y longitud del movimiento.

### 4.1.6 Ejercicio de trabalenguas

Ayer yo iba en la moto, cuando me sacudió un terremoto en la moto, casi azoto por culpa del terremoto, yo en la moto y moviéndome el terremoto, ya no viajo en moto porque me asustó el terremoto.

#### **4.1.7 Datos curiosos**

Entre el llamado núcleo líquido exterior y el núcleo sólido interior de la tierra hay una capa denominada discontinuidad de Lehmann en honor a quien la descubrió, la geofísica danesa Inge Lehmann. Dicha sección se encuentra a más de cinco mil kilómetros desde la superficie de la tierra y es equivalente a la distancia entre Alaska y Chiapas.



## 4.2 Matemáticas en mi cuerpo

María Guadalupe Simón Ramos

### 4.2.1 Presentación

Teano aportó a la matemática desde su particular punto de vista y su contexto tuvo una especial influencia. Fue una filósofa y matemática que nació en el siglo IV a. C. y perteneció a “La escuela de Crotona”, al igual que sus hijas y otras 27 mujeres. Fue autora de varios tratados de matemáticas, física y medicina. Su búsqueda de la armonía de las formas y proporciones la llevó a trabajar con el *número áureo* o *divina proporción* (Salmerón-Jiménez, 2010).

La proporción áurea, también conocida como número de oro, representada con la letra griega  $\phi$  —cuyo valor es  $\phi = 1.61804\dots$ —, es una relación o proporción entre dos longitudes que se encuentra en el cuerpo humano, en las plantas, animales y en algunas construcciones y obras artísticas creadas por la humanidad.

### 4.2.2 Objetivos

- Destacar las contribuciones de la filósofa y matemática Teano.
- Identificar relaciones de proporcionalidad.
- Destacar que, si bien la matemática es exacta, los fenómenos que pueden modelarse con ella no lo son, pues dependen de muchos factores.
- Mostrar que las relaciones matemáticas armónicas están presentes en nuestro cuerpo, en la naturaleza y en nuestras construcciones.

### 4.2.3 Materiales

- Cinta métrica o flexómetro,
- regla “T” o escuadra grande,
- lápiz y hoja de trabajo,
- plantillas de medida para pies (opcional),
- compás áureo (opcional).

### 4.2.4 Desarrollo del experimento

#### 4.2.4.1 A DIVINO TU ESTATURA

Pregunten al público participante su talla de zapato, pues con este dato es posible calcular su estatura con un rango de error que depende de la edad de la persona. También es posible utilizar una plantilla con diferentes medidas para los pies y obtener un dato más cercano a la realidad. Para comprobar la predicción se puede preguntar su estatura a la persona o medirla directamente con el flexómetro o la cinta métrica.

**Tabla 2.** Herramienta para calcular la estatura de alguien

	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Medida del Pie	
Predicción de estatura	
Medida de la estatura	

*Fuente:* elaboración propia.

#### 4.2.4.2 MI CUERPO ARMONIOSAMENTE PROPORCIONAL

Obtén una o más medidas de la persona y revisa cuál es su correspondiente relación proporcional con alguna otra parte del cuerpo. Te proponemos varias herramientas para tus cálculos.

**Tabla 3.** Herramienta para mostrar que la medida del largo de los brazos es igual a la medida de la altura de una persona

PARTE DEL CUERPO	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Largo de Brazos	
Estatura	

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 4.** Herramienta para calcular que la medida de tu estatura es entre seis y siete veces la media de tu cabeza

PARTE DEL CUERPO	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Longitud de cabeza	
Estatura	

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 5.** Herramienta para reconocer que la cabeza tiene el mismo tamaño que el pie

PARTE DEL CUERPO	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Longitud del pie	
Longitud de la cabeza	

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 6.** Herramienta para evidenciar que la oreja mide aproximadamente una tercera parte de la medida del rostro

PARTE DEL CUERPO	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Longitud de Oreja	
Longitud de rostro	

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 7.** Herramienta para comprobar que la medida de la longitud del ombligo al suelo tu ombligo al suelo se mantiene en proporción **áurea** con tu estatura

PARTE DEL CUERPO	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Longitud del ombligo al suelo	
Estatura	
Parte del cuerpo	Medida en centímetros (cm)
Longitud del brazo	
Longitud del antebrazo	

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 8.** Para probar el experimento con un adulto puedes tomar otras medidas como las de cintura y cadera

PARTE DEL CUERPO	MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)
Cintura	
Cadera	

*Fuente:* elaboración propia.

Nota: Las medidas y proporciones aquí tomadas corresponden al estudio *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana* publicado por la Universidad de Guadalajara.

#### 4.2.5 Datos curiosos

El Índice Cintura-Cadera (ICC), que además de indicar la tendencia o predisposición personal a acumular grasa, incide en la probabilidad de padecer enfermedades cardíacas, diabetes o problemas de tensión arterial, entre otros (IMSS, 2018). El cociente se calcula dividiendo la circunferencia de la cintura en donde sea más pequeña, entre la circunferencia mayor de la cadera.

#### 4.2.6 ¿Cuál es la proporción áurea?

Comentar y mostrar imágenes al público de otras situaciones donde podemos encontrar relaciones de proporcionalidad, ya sea en el cuerpo o en la naturaleza. Es muy importante mencionar las aplicaciones de estas relaciones en campos como la salud, la construcción, la antropometría y ergonomía.

#### Referencias

- Avila-Chaurand, Rosario, Prado-León, Lilia, González-Muñoz, Elvia. *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana*. México: Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Arte Arquitectura y Diseño, Centro de Investigaciones en Ergonomía, 2007.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. 2018. *Diagnóstico y tratamiento del sobrepeso y obesidad exógena. Guía de Evidencias y Recomendaciones*. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud . México: Coordinación Técnica de Excelencia Clínica y Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad. <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/046GER.pdf>
- Salmerón-Jiménez, María Angélica. “Teano y la ciencia Pitagórica”. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*, vol. 13, núm. 2. (mayo-agosto, 2010). En: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num2/articulos/teano/>.(19 de noviembre de 2021).



## 4.3 Exploración a la luna

*Silvia Evelyn Ward Bringas  
Teresa de Jesús Villaseñor Leal*

### 4.3.1 Reflexiones

EN EDUCACIÓN PREESCOLAR ES IMPORTANTE CUIDAR NO CAER EN ESTEREOTIPOS de género con la finalidad de evitar la creencia de que hay diferencias entre las niñas y los niños. Para ello es necesario que como docentes tengamos mayor apertura al realizar actividades sin distinción de género, y así podamos incrementar la iniciativa, apropiación de espacios, indagación e inventiva de las niñas. En este sentido el campo formativo del pensamiento matemático representa un área de oportunidad. Favorecer el desarrollo del pensamiento matemático de infantes implica propiciar situaciones en las que tengan la posibilidad de resolver problemas numéricos, esto significa permitirles que razonen sobre los datos de un problema y determinen qué hacer con las colecciones.

El aprendizaje central del pensamiento matemático en preescolar es la adquisición del número; para ello, las niñas y los niños, además del conteo —entendido como el proceso de asociar a cada objeto una palabra con la que designan el objeto—, necesitan operarlos, esto es ponerlos a funcionar en situaciones que involucren agregar, quitar, comparar, igualar, repartir, entre otras. Así pues, no sólo se trata de nombrar la serie numérica, es fundamental que operen los números; para ello se recomienda empezar con cantidades pequeñas de acuerdo con el nivel de desarrollo del infante.

Clasificar colecciones, contar, relacionar, comparar, igualar...

Imaginen, ¿cómo se puede explorar la luna?, ¿qué se necesita?, ¿las formas de llegar y lo que se puede encontrar en la luna?

Contar las naves y comparar, ¿quién tiene más? ¿Cuánto falta para tener lo mismo?

### 4.3.2 Desarrollo de la actividad

#### 4.3.2.1 EXPLICACIÓN

El juego de la exploración de la luna es una actividad para resolver problemas con acciones —como comparar, igualar y clasificar— sobre las colecciones, todo a través del conteo.

#### 4.3.2.2 OBJETIVO

Comparar números del uno al 10, consecutivos y separados.

#### 4.3.2.3 MATERIALES

- Varias lunas: círculos de papel/foami, o platos de cartón, de distinto color [Imagen 44 (a)].
- Naves espaciales: cubos encajables de distinto color [Imagen 44 (b)].
- Tarjetas con los números del uno al 10 para las comparaciones entre los números [Imagen 44 (c)].

#### 4.3.2.4 PROCEDIMIENTO

- Esparcir los círculos o platos de cartón por la mesa.
- Dar un conjunto de cubos encajables a cada infante.
- Explicar que los círculos o platos de cartón son lunas y los cubos encajables son las naves espaciales.
- El infante que haga “alunizar” más naves en una luna, se queda con ella.
- Quien explore más lunas, es decir, tenga más, gana la partida.
- Usar las tarjetas con los números del uno al 10 (pueden ser con o sin figuras, de acuerdo con el nivel de desarrollo de los infantes) para que elijan una. Esta le indica a cada niña y niño la cantidad de naves que puede hacer alunizar en una luna.

- Ellas y ellos acomodan la cantidad de naves que pueden alunizar en una luna, de acuerdo con el número obtenido al elegir la tarjeta.
- Los infantes comparan los alunizajes, cuentan las naves en cada luna.

#### 4.3.2.5 CIERRE

Preguntar a las niñas y los niños: ¿qué jugador ha explorado más lunas?, ¿quién hizo alunizar más naves?

#### **Por ejemplo:**

Tú, María, tienes cinco naves y Pedro tiene tres, ¿qué número es mayor, cinco o tres? De ser necesario se pueden señalar las distintas longitudes (o alturas) de los conjuntos de cubos que se están comparando.



## 4.4 Ruleta de científicas

*Gizelle Guadalupe Macías González*

### 4.4.1 Explicación

LA RULETA DE CIENTÍFICAS SE DENOMINA A UN MATERIAL DIDÁCTICO que busca la motivación de estudiantes por la ciencia, a través de identificar perfiles profesionales de mujeres. La propuesta está vinculada con la educación científica y se basa en biografías de científicas.

La ruleta es un objeto circular que representa un juego al azar, conformado por una rueda o un círculo y sus divisiones. La ruleta se gira y cuándo ésta se detiene se selecciona una división.

Se sugiere construirla con datos biográficos, académicos y profesionales de científicas e incluir ciertos elementos homogéneos para visualizar comparativas, por ejemplo, áreas de estudio.

También se puede establecer una ruleta de científicas según un objetivo basado en sus aportaciones, sus prácticas y su desarrollo en el campo profesional. La ruleta conviene adecuarse conforme al nivel educativo en el que se va a utilizar, integrando diversos elementos de diseño para ello, como mezcla de imágenes y texto y agregar más o menos información según el destinatario de la actividad de divulgación.

Esta se puede elaborar por el propio alumnado como un trabajo en equipo. También es posible que el personal docente esté a cargo de la elaboración de esta propuesta didáctica.

Una variante de aplicación de esta ruleta sería realizar fichas de las científicas elegidas y colocarlas en el piso a manera de círculo. Se utilizaría una botella que

se pondría en el centro del círculo, esta se giraría y al detenerse, daría opción para elegir la lectura de la ficha de una científica de manera aleatoria.

Otra variante sobre el análisis del contenido de la ruleta de científicas podría ser que el estudiantado hable también sobre las percepciones que tiene sobre esa profesión científica.

#### **4.4.2 Objetivo**

Buscar material de diversas científicas para acrecentar la visibilización de mujeres en la ciencia, además de fomentar la motivación de estudiantes por el conocimiento y la profesionalización científica.

#### **4.4.3 Público objetivo**

Estudiantes de distintos niveles educativos; el grado de profundidad de la información marcará la nivelación.

#### **4.4.4 Material**

- Cartulina para formar la ruleta,
- cartón base para pegar la ruleta y que tenga mejor soporte,
- tijeras,
- pegamento,
- revistas, libros o impresiones ilustrativas,
- marcadores /colores,
- perforadora,
- base provisional para girar la ruleta.

#### **4.4.5 Procedimiento**

- Dividir al grupo en equipos.
- Pedir a cada equipo que conforme la ruleta de científicas por área temática, por región, por generaciones o mixta. Cada equipo recopilará información.
- Conformar un listado de biografías de científicas por áreas de estudio. Es decir, se tendría un ejemplo explicativo de cada campo de estudio,

pudiéndose incluir las características de su mercado laboral y algunas prácticas que desarrolla la científica.

- Presentar al grupo y jugar a conocer de manera aleatoria las mujeres científicas elegidas y su desempeño en el área.

#### 4.4.6 Cierre

Después de jugar a girar la ruleta, y conocer las profesiones, se pueden realizar otras actividades de seguimiento de intereses en el alumnado: invitar a profesionistas para que conversen con el grupo y les den más información, o simplemente dar sus opiniones sobre sus predilecciones personales, por ejemplo.

#### 4.4.7 Genealogía Claudia Islas Torres

Una biografía para la ruleta científica

**Imagen 44.** Claudia Islas Torres



*Fuente:* Archivo personal de la Doctora Claudia Islas Torres

Nació en el año 1976 en el estado de Tlaxcala, México. Sus estudios de licenciatura y maestría fueron en el Sistema de Institutos Tecnológicos, ambos vincu-

lados a las Ciencias Computacionales (Licenciatura en Informática y Maestría en Ciencias Computacionales. Es Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos por el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara, y tiene la distinción de ser la primera graduada en este doctorado.

En el año 2003 se incorporó laboralmente al Centro Universitario de los Altos en la Jefatura de la Unidad de Cómputo, a la par que impartía clases a nivel licenciatura, además de participar como diseñadora y facilitadora de distintos cursos de capacitación dirigidos a docentes. Los cursos eran vinculados al uso de TIC's en educación y en cómo podían potencializar su enseñanza a través de diversas herramientas y LMS.

Actualmente se desempeña como profesora de tiempo completo, su dedicación a la investigación le ha permitido acceder al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt) y por segundo periodo permanece en el nivel I.

Ha realizado un postdoctorado en Procesos Sintagmáticos de la Investigación y la Ciencia avalado por la Euroamerican Learning University, formación que le ha permitido fortalecer sus conocimientos en el desarrollo de diversos proyectos de investigación.

Las líneas de investigación que trabaja son: Tecnologías en la Educación, Innovación Educativa y Tendencias educativas, de las que se han desprendido diversos productos como libros, artículos, capítulos de libro y ponencias, de alcance nacional e internacional.

Ha realizado algunas estancias académicas en distintas Universidades, tal es el caso de la Universidad Politécnica de Catalunya, la Universidad de Barcelona, la Universidad Central de Colombia sede Bogotá y la Universidad de Santo Tomás Sede Bogotá.

## 4.5 Un mundo nuevo

*Gizelle Guadalupe Macías González*

### 4.5.1 Presentación

IMAGINAR LA APROPIACIÓN DEL MUNDO COTIDIANO puede resultar una actividad valiosa por medio de la cual es posible ubicar las percepciones, preferencias, e incluso los deseos de las y los estudiantes. Con esta actividad proponemos comenzar a reflexionar sobre algún espacio en el que ellas y ellos conviven, sueñan, actúan, transitan o generan. Es fundamental la prevalencia de la perspectiva de género en el respeto a la manifestación de sus inquietudes y deseos sobre el espacio elegido. Como parte de la actividad se recomienda destacar las formas como las mujeres, desde otro punto de vista basado en su experiencia desigual en relación con los hombres, han hecho propuestas para crear “Un mundo nuevo”. Tal es el caso de Paola Calzada, cuyo ejemplo aquí recuperamos para la divulgación de la ciencia.

Así, infantes y jóvenes imaginan y diseñan un mundo nuevo, el entorno idóneo según los ideales particulares a través de diferentes representaciones en forma física (con materiales varios), o virtual (mediante el acceso a equipo de cómputo), o incluso verbal.

Es valioso integrar, previamente, momentos de aprendizaje motivadores o espacios de reflexión para que el estudiantado eche a volar su imaginación, presencie un espacio de respeto y de consideración donde la perspectiva de género debe preservarse. Por lo que conviene que el personal docente se detenga un momento en su rutina, y a partir de su propia experiencia pueda expresar algún ajuste a su mundo cotidiano.

### 4.5.2 Objetivo

Reconocer las percepciones, preferencias y deseos de las y los estudiantes en la imaginación de un mundo distinto y compartirlas para situar diferentes perspectivas

### 4.5.3 Público objetivo

Estudiantado de diversos niveles educativos.

### 4.5.4 Materiales

- Objetos reciclados,
- cartón,
- plastilina,
- pinturas de agua o acuarelas,
- hojas de papel bond,
- lápices de colores,
- marcadores,
- pegamento,
- juguetes.

\* Si la actividad se realiza de manera virtual solamente se requiere equipo de cómputo.

\*\* Otra posibilidad, según el contexto educativo, es motivar la imaginación de las y los estudiantes para que registren ideas y las compartan verbalmente o por escrito.

### 4.5.5 Procedimiento

- Se solicita a las y los infantes que acudan con material de reciclaje y con algunos elementos de papelería, o solo con algún lápiz y hoja para expresarse. Estos materiales, sin embargo, también los puede proveer el centro educativo; incluso se pueden realizar acciones previas —con otras posibilidades pedagógicas— para recolectarlos. Sí se realiza de manera virtual, solamente se requiere el acceso a una computadora. Por último, también puede utilizar tan solo su imaginación y registrar ideas para compartir verbalmente.

- Cada estudiante elige un sitio, espacio o área física que desee rediseñar. La elección de cada una/o se registra por escrito.
- Con el material, equipo de cómputo, o en la hoja de papel, se registra el rediseño del espacio elegido —o se elaborará la idea verbalmente, si fuera el caso. La consigna se denomina: un mundo nuevo. La intención es que el alumnado eche a volar su imaginación y plasme en su creación, o en su escrito, o verbalización, lo que desearía que caracterizaría a un espacio de este mundo tal y como lo desearía.
- La puesta en común. Para poder lograr el objetivo, se debe organizar un lapso de tiempo donde cada estudiante exprese su “mundo nuevo”. Cada persona que actúe como facilitadora valorará prudente si en una sola sesión se comenta cada mundo nuevo o si se parcializa en un momento preciso.

#### 4.5.6 Protagonistas de nuevos diseños del mundo cotidiano

##### Genealogía

Datos biográficos de Paola Calzada

##### **Paola Calzada, diseñadora de interiores mexicana<sup>1</sup>**

Ganadora de los premios IDA (International Design Award, por sus siglas en inglés) 2019, en la categoría de Diseño para la Sociedad-Diseño Ecosustentable, con la línea de muebles Luken. Paola Calzada, la directora de “Paola Calzada Arquitectos”, utiliza plástico reciclado para crear paneles de fibras de madera, valchromat, o piezas únicas de mármol desechado. Sus productos no tienen químicos en el proceso de manufactura; son desarmables y pueden ser enviados en paquetes ligeros a clientes en todo el mundo, pues están listos para armar sin clavos o pegamento (obras por expansión).

Esta creadora de otros mundos, Paola Calzada, se graduó como arquitecta en la Ciudad de México —por la Universidad Iberoamericana— en el 2001. In-

<sup>1</sup> Los datos biográficos que a continuación se señalan provienen de tres referencias que se mencionan al final.

mediatamente comenzó una maestría en Diseño Industrial, en Milán, Italia, en la Escuela *Futurarium* de Arte, Arquitectura y Diseño. Hizo dos especializaciones en el Instituto Europeo del *Design* en la misma ciudad —una en diseño de interiores y diseño del mueble.

Calzada también se ha desempeñado como profesora de asignatura en su *alma mater*, como profesora adjunta de la cátedra Alessandro Guerriero en el Politécnico de Milán, y como profesora de la maestría de interiorismo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Por su trabajo como arquitecta ha sido destacada por el periódico Reforma como una de las cinco arquitectas más destacadas de su país; mientras que el Colegio de Arquitectos ha seleccionado su obra para exhibirla en Francia, Marruecos, Finlandia y España. Ha sido conferencista en distintas universidades e instituciones; ganadora de innumerables premios y exhibiciones.

**Imagen 45.** Donación de mueble a ludotecas de Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)



Fuente: Luken (2022).

## Referencias

AquíTabasco. 2017. “Paola Calzada. Brillante arquitecta multifacética”. [https://issuu.com/aquitabasco/docs/enero\\_izuu](https://issuu.com/aquitabasco/docs/enero_izuu)

Luken. 2022. “4600 botellas recicladas se convierten en 27 muebles que donamos a dos ludotecas del IMSS”. <https://www.lukenfurniture.com/luken-imss>  
Obras por expansión. 2010. “Obras 10 interioristas mexicanos imparables”. <https://obras.expansion.mx/interiorismo/2019/07/19/10-interioristas-mexicanos-imparables>

## **Cierre**

Los dos primeros experimentos fueron diseñados e implementados para un escenario de divulgación, en cierto sentido, tradicional, es decir, una feria de ciencias. De manera que quien tenga este material en sus manos puede encontrar aquí un ejemplo que directamente se puede llevar a un escenario real.

Las actividades restantes se refieren a actividades de divulgación que se realizan dentro de programas de desarrollo de habilidades y promoción de vocaciones científicas con un público que cumple ciertas características y reúne a varios participantes a la vez. En este caso se trató de grupos con varios/as infantes, donde el objetivo principal es mostrar cómo hacer actividades sin distinción de género con una población concreta, de manera que los estereotipos se vayan desmontando desde temprana edad.



## Reflexiones finales

*CIENCIA Y CIENTÍFICAS* muestra una diversa gama de actividades de divulgación con perspectiva de género que, sin duda, constituyen un texto de apoyo para quienes estén interesadas e interesados en esta importante labor en torno a las ciencias. Su particularidad es, sin embargo, que apunta a quienes se han preguntado cómo incorporo la perspectiva de género.

En esta tónica, es una muestra de las muchas formas como las y los profesionales pueden experimentar retomando, adaptando y contextualizando —dependiendo de los recursos con los que se cuente, la disciplina con la que se desee trabajar y el público al que quiera dirigirse—, lo que las autoras de este libro hemos creado para hacer divulgación científica con perspectiva de género en distintos contextos nacionales. Así, esta obra destaca porque aporta al retomar las experiencias de científicas de perfiles diversos que han reflexionado durante varios años desde sus labores en diferentes Instituciones de Educación Superior en México. Los trabajos recuperados reflejan esa riqueza de experiencias y reflexiones acumuladas de científicas que, inquietas por hacer suya la perspectiva de género desde el enfoque feminista, plasman su interés permanente por trabajar la divulgación científica en la Red de Ciencia, Tecnología y Género (Red CITEG).

El leguaje incluyente, la vindicación de los aportes de las mujeres a los campos de conocimiento en la ciencia, y la presencia de científicas de renombre como invitadas en las actividades sistematizadas, logran hacer de la divulgación una forma atractiva de acercarse a los campos de conocimiento de las carreras CITIM

e inspiran vocaciones científicas a temprana edad entre niñas, niños, adolescentes y jóvenes.

Lo hicimos con la convicción de que es necesario continuar rompiendo con los estereotipos todavía persistentes en una ciencia androcéntrica, por ello es nuestra intención sumar y continuar inspirando a niñas y adolescentes para incursionar en carreras que, aun siendo clásicamente consideradas para hombres, las mujeres hemos aportado mucho a lo largo de la historia.





INSTITUTO  
**DE CIENCIA, TECNOLOGÍA  
E INNOVACIÓN**

GOBIERNO DE CHIAPAS

ISBN: 978-607-99445-2-0



9 786079 944520