



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**



**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y  
CIENCIA A NIVEL BÁSICO (3º PRIMARIA)**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA QUÍMICA**

**PRESENTA  
GABRIELA TORRES URRUTIA**

**CIUDAD DE MÉXICO**

**AÑO 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO:**

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>PROFESOR: ADELA CASTILLEJOS SALAZAR</b>
<b>VOCAL:</b>	<b>PROFESOR: LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>PROFESOR: LUIS AVELINO SANCHEZ</b>
<b>GRAILLET</b>	
<b>1er. SUPLENTE:</b>	<b>PROFESOR: ROLANDO JAVIER BERNAL</b>
<b>2° SUPLENTE:</b>	<b>PROFESOR: MIREYA ROFRIGUEZ PENAGOS</b>

## **SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**Cubiculario 106 Edif. B**

**Departamento de Físicoquímica**

**Facultad de Química**

**Universidad Nacional Autónoma de México**

## **ASESOR DEL TEMA:**

**Dr. Luis Miguel Trejo Candelas**

## **SUPERVISOR TÉCNICO:**

**M. EN C. MIREYA RODRIGUEZ PENAGOS**

## **SUSTENTANTE:**

**GABRIELA TORRES URRUTIA**

## Índice

<b>CAPÍTULO 1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1 La Ciencia y la Tecnología como parte del programa de la Secretaría de Educación Pública a Nivel Primaria	3
1.2 Justificación Didáctica ¿Por qué debemos replantearnos la educación científica y tecnológica según lo propuesto por la SEP?	6
1.3 Objetivos	11
1.4 Metodología del trabajo	15
<b>CAPÍTULO 2. Propuesta de secuencia didáctica I</b>	
2.1 ¿Qué es tecnología? ¿La “masita para jugar” es tecnología? ¿Cómo se hace esta masa? Introducción a los alumnos de 7 y 8 años a las ideas de Ingeniería y Tecnología. El caso de la Ingeniería Química.	18
<b>CAPÍTULO 3. Propuesta de secuencia didáctica II</b>	
3.1 ¿Las semillas están vivas? ¿El coco es una semilla? Concepciones de los alumnos de 7 y 8 años acerca de las plantas como seres vivos. El caso de la germinación.	37

<b>CAPÍTULO 4. Propuesta de secuencia didáctica III</b>	
4.1 ¿Por qué no debemos cortar las flores? Concepciones de los alumnos de 7 y 8 años acerca de las plantas como seres vivos.	
El caso de la polinización.	47
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>62</b>
<b>Mesografía</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS DE RESULTADOS</b>	<b>64</b>
Anexo I – Ejercicios de Ana	64
Anexo II – Ejercicios de Pedro	74
Anexo III - Propuesta Final Ingeniería-Tecnología	84

## **CAPÍTULO 1. Introducción**

### **1.1 La Ciencia y la Tecnología como parte del programa de la Secretaría de Educación Pública a Nivel Primaria**

Educar en y para el siglo XXI representa un desafío mayor para los sistemas educativos nacionales en el mundo. La Secretaría de Educación Pública (SEP), con el propósito de consolidar una ruta propia y pertinente para reformar la educación básica de nuestro país, ha elaborado la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB).

Esta RIEB culmina en el Plan de Estudios 2011 de la Educación Básica (SEP, 2011), un ciclo de reformas curriculares en cada uno de los tres niveles que integran la Educación Básica, que inició en 2004 con la reforma de educación Preescolar, continuó en 2006 con la de la educación Secundaria y en 2009 con la de educación Primaria, y consolida este proceso, aportando una propuesta formativa pertinente, significativa, congruente, orientada al desarrollo de competencias y centrada en el aprendizaje de las y los estudiantes.

En el caso de la educación en ciencia y tecnología en primaria, los estudiantes cursan las asignaturas Exploración de la Naturaleza y la Sociedad en primero y segundo grados y Ciencias Naturales de tercero a sexto grados.

La finalidad de la asignatura Exploración de la Naturaleza y la Sociedad es que los alumnos fortalezcan sus competencias al explorar, de manera organizada y metódica, la naturaleza y la sociedad del lugar donde viven, lo que permite establecer las bases para el desarrollo de su formación científica básica, el estudio del espacio geográfico y del tiempo histórico, y la adquisición de nociones sobre la tecnología.

La asignatura de Ciencias Naturales continúa su formación científica básica al permitir que los estudiantes se aproximan al estudio de los fenómenos de la naturaleza así como de su vida personal de manera gradual, con explicaciones metódicas y complejas, además buscan construir tanto habilidades como actitudes positivas asociadas a la ciencia.

La cultura de la prevención es uno de sus ejes prioritarios, ya que la asignatura favorece la toma de decisiones responsables e informadas a favor de la salud y el ambiente; prioriza la prevención de quemaduras y otros accidentes mediante la práctica de hábitos, y utiliza el análisis y la inferencia de situaciones de riesgo, sus causas y consecuencias.

La ciencia, la ingeniería y la tecnología permean prácticamente cualquier aspecto de la vida moderna, y son parte de la clave para superar muchos de los retos actuales y futuros de la humanidad. Sin embargo, muy pocos ciudadanos del país tienen un conocimiento avanzado en estos campos, y la mayoría no tiene un conocimiento básico de ellos (Cunningham, 2009).

En la presente tesis se proponen tres secuencias didácticas a nivel tercero de primaria: la primera acerca de tecnología y la elaboración de masa para jugar (exploración del concepto de tecnología), la segunda acerca de semillas y germinación (exploración de la idea de que las semillas están vivas) y la tercera acerca de las flores y la polinización (exploración de la idea de por qué no debemos cortar las flores).

Con la primer secuencia se llenó el vacío encontrado en el programa de la SEP respecto a tecnología y con las últimas dos secuencias didácticas se actualizó el modelo de ser vivo que se maneja actualmente en el mismo. Todo lo anterior para que los alumnos aprendan los temas elegidos con mayor facilidad sin importar a que quieran dedicarse en un futuro.



## **1.2 Justificación Didáctica ¿Por qué debemos replantearnos la educación científica y tecnológica según lo propuesto por la SEP?**

Este proyecto pretende complementar algunos campos del programa oficial de la SEP que se encuentran incompletos o indefinidos.

Sobre tecnología el programa oficial de la SEP propone un bloque que sin embargo se encuentra vacío y sin especificación alguna, a pesar de que sí se le menciona y considera. Por lo que propondremos una serie de actividades para llenar este espacio.

Cabe mencionar que la relación ciencia-tecnología-ingeniería generalmente no queda del todo explicada o suele causar desconcierto.

La confusión fundamental yace en que los descubrimientos prácticos emergen de la ciencia pura y que la tecnología es meramente un cálculo o una aplicación de principios científicos. De hecho, durante la mayor parte de la historia humana, la tecnología llegó primero, la teoría llegó después y trató de ser coherente con los resultados prácticos (Nye, 2006).

Además el término “tecnología” ya provoca, por sí mismo, confusiones. Este concepto permaneció inestable en la segunda mitad del siglo XX, cuando evolucionó en una abstracción moleestamente vaga. En un escrito de un mismo autor, el término podía referirse a causa y efecto por igual, o a objeto y a proceso.

El significado de la palabra se complicó aún más en la década de los 90's, cuando periódicos, comerciantes y tiendas de libros hicieron de "tecnología" un sinónimo de computadoras, teléfonos y artefactos complementarios. "Tecnología" sigue siendo un término inusualmente escurridizo (Nye, 2006).

Mientras que las "artes mecánicas" pertenecían al mundo cotidiano del trabajo, el carácter físico y la practicidad del rutinario trabajo manual y las habilidades artesanales, "tecnología" pertenece al nivel intelectual y socialmente alto del aprendizaje por medio de libros, de la investigación científica y de la universidad. Ahora practicada por ingenieros dentro del terreno de las artes finas y aprendizaje elevado (Leo Marx, 2010).

La necesidad de reemplazar el lenguaje asociado con las artes mecánicas y de identificar una forma completamente nueva de poder humano nos llevó a la abstracta, intangible, neutral y apropiadamente sintética idea que la palabra tecnología estaba destinada a llenar (Leo Marx, 2010).

Lo que Leo Marx al parecer nos da a entender en su obra es que el concepto de "tecnología" se construyó como una distinción más clasista que práctica.

En efecto, el significado de "tecnología" permaneció inestable en la segunda mitad del siglo XX, cuando evolucionó en una abstracción moleestamente vaga. En un escrito de un mismo autor, el término podía referirse a causa y efecto por igual,

o a objeto y a proceso. El significado de la palabra se complicó aún más en la década de los 90's, cuando periódicos, comerciantes y tiendas de libros hicieron de "tecnología" un sinónimo de computadoras, teléfonos y artefactos complementarios (Nye, 2006).

Para mediados del siglo XX "tecnología" había emergido como un término que abarcaba sistemas complejos de máquinas y técnicas (Nye, 2006). A estas alturas ya hemos concebido una tecnología particular, una amalgama de conocimiento instrumental y equipamiento para todo lo que hacemos (Leo Marx, 2010).

No vivimos en un mundo meramente tecnológico, si no en un mundo que imaginamos y construimos a través de herramientas y máquinas desde nuestra infancia (Nye, 2006).

Sin embargo, los niños saben muy poco o nada acerca de tecnología e ingeniería mientras que sus conocimientos de ciencias no son completos. Esto se debe a la poca atención que se les presta a estos temas en las escuelas.

Este proyecto pretende tomar ventaja de la curiosidad natural que tienen todos los niños para cultivar sus capacidades de entendimiento y de resolución de problemas.

Por otro lado, el tema seleccionado para desarrollar sobre ciencia en este proyecto es el modelo de ser vivo, estudiando las semillas y las plantas. Diversos estudios indican que los niños en educación básica no consideran a las semillas y las plantas como seres vivos porque no se parecen a las personas aparentemente en nada (Driver, 1993).

De manera que al estudiar al ser humano como prototipo de ser vivo limita su comprensión y apreciación de la importancia de las semillas y plantas en nuestra sociedad.

El acercamiento tradicional al estudio de los seres vivos que se establece en el programa oficial en la escuela primaria en México, como en otras partes del mundo, estudia su estructura relacionando los órganos y los sistemas con sus funciones, por ejemplo el aparato digestivo, muscular o esquelético o circulatorio. Se hace énfasis en la ubicación espacial de los órganos, sus nombres y la función que desempeñan.

En esta forma de abordar su estudio la relación entre estructura y función se presenta de forma lineal y causal simple. Sin embargo, los seres vivos son sistemas complejos en constante interacción con su medio, donde la estructura y dinámica de las funciones interactúa. Abordar el estudio de los seres vivos en la escuela requiere una visión compleja de éstos y de sus interacciones con el medio.

Los seres vivos son considerados sistemas abiertos y complejos que intercambian materia, energía e información con el medio y al hacerlo transforman el medio en que viven (Margulis y Sagan, 2000).

El modelo escolar que se quiere empezar a construir define ser vivo como un sistema que:

- a) intercambia materia y energía con el medio, modificando, como resultado, el medio en el que vive (nutrición)
- b) capta estímulos del medio y responde a ellos (regulación o relación)
- c) proviene de otros seres vivos, puede reproducirse y transferir sus características a sus descendientes (autoperpetuación o reproducción)
- d) está constituido por una o muchas unidades estructurales, cada una de las cuales tiene a su vez las mismas propiedades que el todo (células).

Tomando como base estas ideas, el modelo de ser vivo puede considerarse como una teoría formada a su vez por tres familias de modelos: modelo «ser vivo-organismo», modelo «ser vivo-ecosistema» y modelo «ser vivo-célula» (García, 2005).

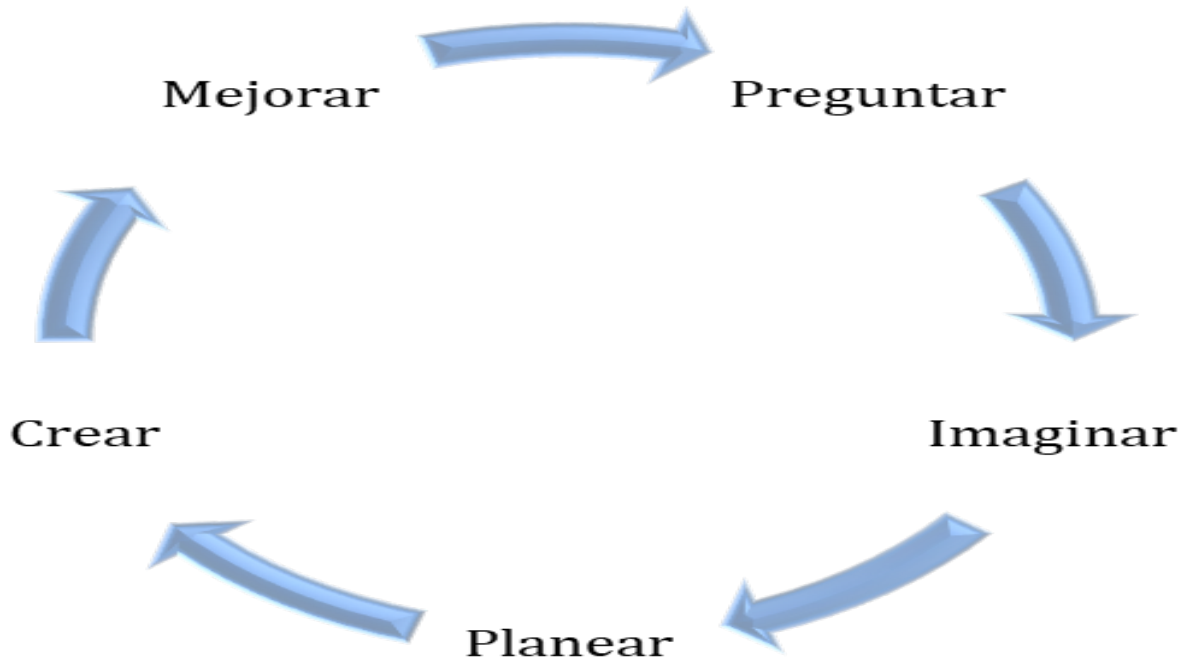
### 1.3 Objetivos

Se diseñarán secuencias didácticas a nivel 3º de Primaria para cada uno de los siguientes temas:

\*Ingeniería y tecnología:

- Introducción a la idea de tecnología
- Nociones de qué es la ingeniería
- Los ingenieros diseñan tecnología
- Los ejemplos de tecnología no sólo son aparatos electrónicos, es todo aquel artefacto que resuelve un problema
- Producción de masa casera para jugar
- Nociones de qué es un proceso

Como formato de cada secuencia didáctica se seguirán los modelos 5E (Bybee et al, 2007) que se describe más adelante y el modelo “Design Engineering Process” (Museum of Science, 2011). Este último consta de un ciclo:



Preguntar:

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Qué han hecho otras personas al respecto?
- ¿Cuáles son las restricciones?

Imaginar:

- ¿Cuáles podrán ser las soluciones?
- Lluvia de ideas
- Elegir la mejor idea

Planear:

- Dibujar un diagrama
- Hacer una lista de los materiales necesarios

Crear:

Seguir el plan y crearlo

¡Probarlo!

Mejorar:

Hacer el diseño aún mejor

¡Probarlo!

\*Ciencia:

-Introducción al modelo de ser vivo al estudiar el ciclo de vida de una planta: nacimiento (germinación de semillas), crecimiento y reproducción (polinización).

Como formato de cada secuencia didáctica se usará en modelo de instrucción 5E (Bybee et al, 2007) que consiste de las etapas:

1. Enganchar - Se trata de promover la curiosidad entre los alumnos y obtener las preconcepciones que tengan acerca de ideas científicas.
2. Explorar - Se trata de que los alumnos observen, midan, interpreten, experimenten y construyan modelos acerca de algún tema científico.
3. Explicar - El maestro proveerá pistas y preguntas guía para que los alumnos puedan construir su propio conocimiento y así explicar un fenómeno científico con la terminología apropiada.



4. Elaborar - Se trata de que el alumno reorganice un concepto nuevo dentro de lo que ya sabe para que pueda extender su comprensión a una habilidad de pensar.

5. Evaluar - Se realizará evaluación continua antes de la evaluación formal.

#### **1.4 Metodología del trabajo**

El presente proyecto de tesis para obtener el grado de licenciatura ofrece secuencias didácticas a nivel básico (3º de Primaria) en los campos de:

1. Ingeniería Química y Tecnología
2. Ciencia: Germinación y Polinización

El Colegio Madrid y, en especial, la profesora Magali Barrios Zermeño nos abrieron las puertas para poder aplicar tales secuencias en sus aulas, y permitirnos así hacer cambios en el diseño de estas para mejorar el aprendizaje de los alumnos.

Para el primer tema se consideraron las secuencias propuestas por el Museo de Ciencias de Boston (Museum of Science, 2011) como base para diseñar la secuencia aquí expuesta.

Se tomó en cuenta el tiempo de aula necesario: las secuencias del Museo de Boston están hechas para llevarse a cabo durante todo el curso escolar, lo cual no es viable dentro de las escuelas en México. Se ajustó la secuencia para que sólo necesitara unas cuantas horas de clase.

Para el segundo tema se consideró en primer lugar la secuencia y materiales propuestos por el manual del National Science Resources Center (NSRC, 2002), que se basan en el cultivo de semillas modificadas de *brassica rappa*, las cuales son plantas (con flores) de crecimiento rápido.

Dicho manual plantea un ciclo completo de crecimiento en treinta días, pero cuando se realizaron pruebas caseras las semillas dejaron de crecer al séptimo día del ciclo.

Además teníamos un problema de logística: las semillas necesitaban estar iluminadas ininterrumpidamente, pero por cuestiones de seguridad no se permite dejar ningún aparato encendido en la escuela en la que trabajamos. Lo que de todos modos hubiera afectado el crecimiento de las plantas.

Razones por las cuales se decidió utilizar semillas ordinarias y, para evitar mayores complicaciones, originarias de la región en la que se aplique la secuencia. Para la zona en la que se aplicó la secuencia (Sur del Distrito Federal) se utilizaron: frijol, lenteja, trigo, girasol, mijo rojo, mijo blanco, maíz azul, chía y amaranto.

Se utilizará la metodología Investigación-Acción. Ésta se usa para guiar, corregir y evaluar decisiones y acciones (Goodnough, 2011), está basada en los siguientes principios:

- La práctica se puede mejorar a través de la solución de problemas
- Los profesores son centrales en el proceso de investigación
- La teoría y la práctica se pueden unir a través de la investigación-acción
- Se pueden unir la reflexión y la acción
- La investigación está enfocada en una situación única

-Los métodos son innovadores en situaciones específicas

Cada secuencia didáctica se desarrollará en un ciclo de la metodología de Investigación-Acción. Cada ciclo está formado por cuatro etapas:

-Planeación (Diseñar las secuencias para cada sección: Ingeniería, Tecnología y Ciencia)

-Acción (Llevar las secuencias a cabo en el salón de clases)

-Observación (Observar y registrar los resultados obtenidos de aplicar las secuencias)

-Reflexión (Analizar los resultados)

## **CAPÍTULO 2. Propuesta de secuencia didáctica I**

### **2.1 ¿Qué es tecnología? ¿La “masita para jugar” es tecnología? ¿Cómo se hace esta masa? Introducción a los alumnos de 7 y 8 años a las ideas de Ingeniería y Tecnología. El caso de la Ingeniería Química.**

Esta secuencia es parte de un proyecto para introducir el modelo escolar inicial de tecnología e ingeniería en estudiantes de 3er. y 4to. año de primaria, como parte de la asignatura de Ciencias Naturales ya que, de acuerdo al programa oficial (SEP, 2011) ésta relaciona, a partir de la reflexión, los alcances y límites del conocimiento científico y del quehacer tecnológico para mejorar las condiciones de vida de las personas.

De acuerdo a los educadores expertos, la ciencia, la ingeniería y la tecnología permean prácticamente cualquier aspecto de la vida moderna, y son parte de la clave para superar muchos de los retos actuales y futuros de la humanidad. Sin embargo, muy pocos ciudadanos del mundo tienen un conocimiento avanzado en estos campos, y la mayoría no tiene un conocimiento básico de ellos (Cunningham, 2009; Mautino, 2008).

Se adaptó una secuencia llamada “A Work in Process: Improving a Play Dough Process: Solids, Liquids, and Chemical Engineering for Elementary Students” (Museum of Science, 2011). Se trabajó sobre todo con el aspecto de la

longitud de la secuencia por que está diseñada para realizarse durante todo el ciclo escolar, cosa que no sería posible dentro de nuestras aulas.

En particular los estudiantes aprendieron y/o confirmaron:

-¿Qué es tecnología?

-¿Qué hace un ingeniero?

-¿Cómo trabaja un ingeniero?

La secuencia se aplicó a uno de los 4 grupos (de 26 estudiantes) de 3ero. de primaria del Colegio Madrid durante los meses de octubre y noviembre de 2014, como parte del ciclo escolar 2014-2015.

A continuación se resume lo realizado, observado y reflexionado en cada etapa de la secuencia. Además se hacen observaciones y precisiones para mejorar la secuencia didáctica que se presenta, éstas se ven reflejadas en el Anexo III.

*NOTA: Se adjuntan ejemplares de hojas de trabajo resueltas por los alumnos en el Anexo I y II.*

¿Qué es tecnología?

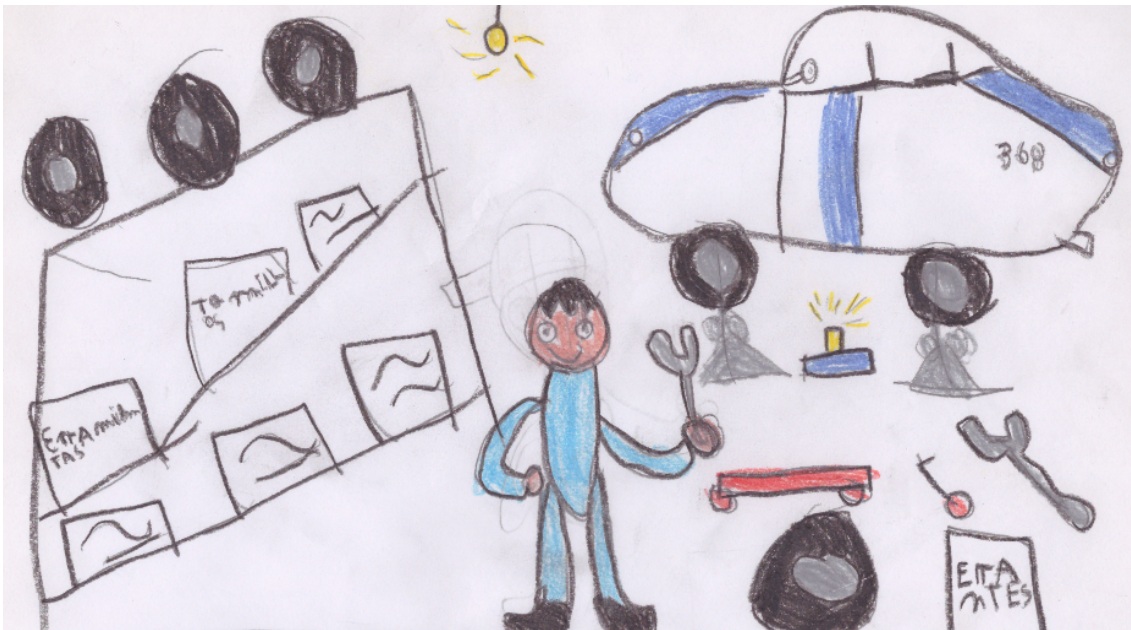
Etapa 0. (Diagnóstico). Al ser un tema muy poco revisado en el salón de clase, se revisarán las ideas previas que los alumnos tengan al respecto.

En esta etapa se analizarán los resultados de los alumnos como grupo para revisar estadísticamente sus respuestas.

### *Dibuja un Ingeniero*

Se les pedirá a los alumnos que dibujen en una hoja blanca a un ingeniero trabajando, indicando sus herramientas (Knight et al, 2004).

Se obtuvo que la mayoría de los alumnos conciben a un ingeniero o ingeniera como alguien con uniforme que usa herramientas para construir casas o arreglar automóviles, de forma similar a lo publicado en la literatura (Knight et al, 2004).



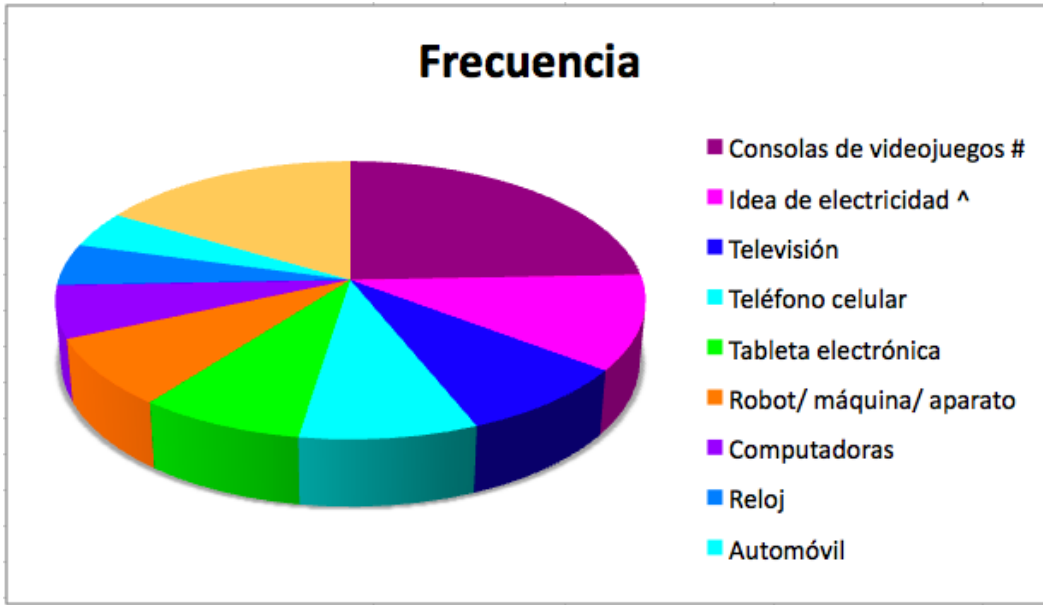
### *Siete Palabras*

A continuación, se propone preguntar a los alumnos siete palabras que ellos asocien con tecnología, dejamos que expresen sus ideas y opiniones; por ejemplo, se reporta que los niños suelen pensar que tecnología sólo se refiere a objetos eléctrico/electrónicos (Museum of Science, 2011).

Cuando se aplicó esta actividad los alumnos respondieron de la siguiente forma:

¿Qué es Tecnología?	Frecuencia
Consolas de videojuegos #	40
Idea de electricidad ^	18
Televisión	14
Teléfono celular	14
Tableta electrónica	13
Robot/ máquina/ aparato	13
Computadoras	10
Reloj	8
Automóvil	7
OTRO*	27





#Este resultado se repitió 40 veces porque los alumnos mencionaron marcas y modelos varios de consolas de videojuegos.

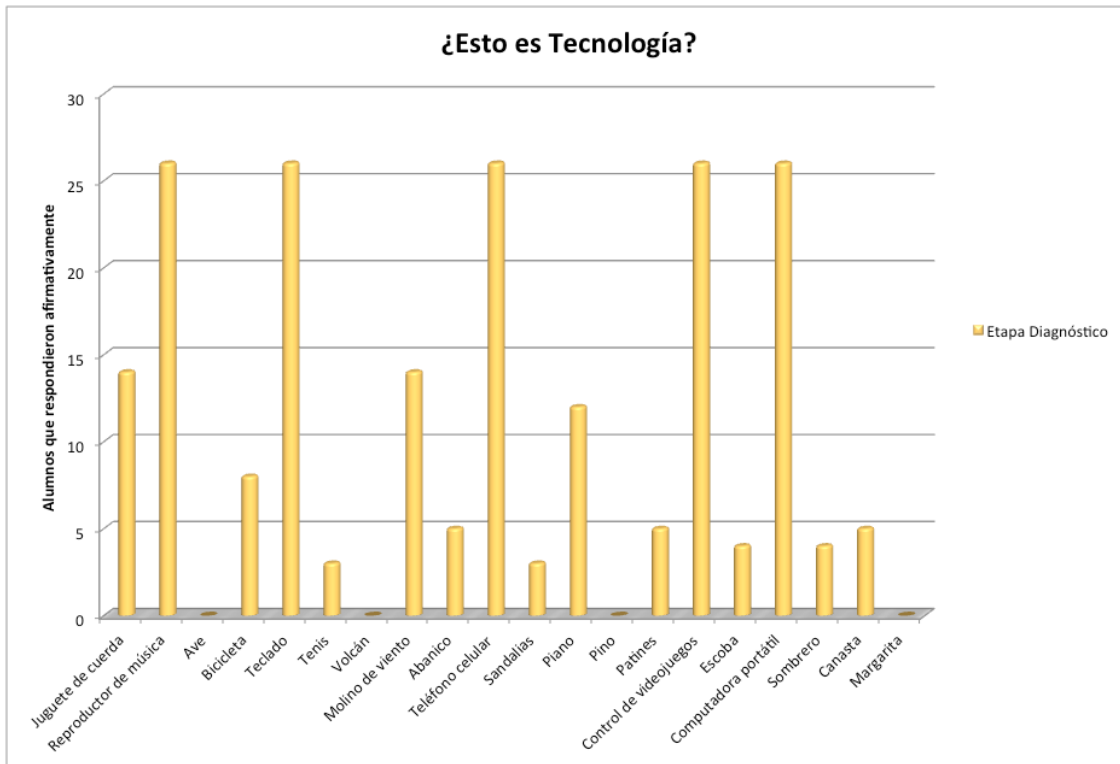
^Electricidad, foco, luz, lámpara, enchufe, contacto.

\*Instrumentos, paneles solares, avión, barco, reproductor de video, laboratorio, electrodomésticos, proyector, etc.

### *¿Qué es Tecnología?*

También se les dio a los alumnos una hoja con una serie de dibujos (entre los que se incluyen ejemplos de tecnología y de no tecnología) para que encerraran en un círculo los objetos que ellos pensarían que eran ejemplos de tecnología.

La respuesta a esta actividad fue generalizada: sólo marcaron los objetos eléctricos y electrónicos, no tomaron en cuenta los objetos de la vida cotidiana que no necesitan electricidad según muestra en el siguiente gráfico:



Las actividades *Siete Palabras* y *¿Qué es Tecnología?* se pueden concentrar en una sola al incluir las respuestas más representativas de la primera en la segunda. Sin embargo, de contar con el tiempo necesario, se recomienda hacer estas actividades por separado para recabar información más precisa de las ideas de los alumnos.

Hasta esta etapa sólo se escuchan las opiniones de los alumnos, no se les debe decir si están bien o mal, se trata de conocer sus ideas previas de cómo visualizan y conceptualizan la tecnología.

### *La Bolsa Misteriosa*

Para profundizar en la idea de tecnología, le dimos a cada alumno una “Bolsa Misteriosa” (bolsa de papel estraza con algún objeto de la vida cotidiana como cepillo de dientes, plumines, llaves, etc.)

Cuando se aplicó esta actividad los alumnos se desconcertaron al encontrar objetos cotidianos dentro de sus bolsas. Cuando acabaron de contestar la hoja de ejercicio (*La Bolsa Misteriosa*) se les hicieron las siguientes preguntas: ¿Qué tienen en común los objetos que mencionaron en el primer ejercicio con los objetos de las bolsas? A lo que, después de cierto esfuerzo de su parte, respondieron que:

-Los objetos tecnológicos no necesariamente tienen enchufe o necesitan electricidad para funcionar

-Los objetos tecnológicos ayudan a resolver problemas de la vida diaria

Sin embargo, esta nueva idea de tecnología no resultó del todo verosímil para muchos alumnos; uno de ellos reclamó de la siguiente manera:

“¡Nos engañaste! ¡Dijiste que las bolsas tenían tecnología y sólo eran cosas normales!”

Dada esta reacción se tuvo que hacer más énfasis en que los objetos cotidianos resuelven problemas aunque éstos sean sencillos. Después de esta discusión en grupo se pudo seguir adelante con el resto de las actividades. Se recomienda, por tanto, reservar tiempo de clase para esta discusión.

A partir de este punto el análisis de resultados se hará tomando como ejemplo las respuestas de dos alumnos que se consideran representativas del resto del grupo. Para proteger la identidad de los estudiantes se les ha cambiado el nombre a “Pedro” y “Ana”, se incluyen sus hojas de respuestas en el Anexo I y II. Adicionalmente se harán comentarios acerca de los resultados del grupo en general.

Masa para jugar casera y comercial ¿Qué tienen en común?

Etapa 1. (Enganchar). Se promueve la curiosidad entre los alumnos y se obtienen sus ideas previas sobre las propiedades y los componentes de las masas casera y comercial.

En esta etapa se permitió a los alumnos manipular la masa comercial y una masa casera (preparada anteriormente con agua, harina y sal de modo que quedara pegajosa, poco manejable y con tanta sal que aún fuera palpable).

Primero se les dio la hoja *Ingeniería (Etapa Enganche1)* en la que registraron las diferencias de textura entre una y otra masa y expresaron de qué creían que estaban hechas ambas masas.

Los estudiantes escribieron que la masa comercial era más manejable, mientras que la masa casera era muy pegajosa y no se podía trabajar con ella. Respecto a los materiales de la masa comercial, las respuestas fueron muy variadas, por ejemplo: gomitas, algodón, plástico, sal, petróleo, etc. Y de la masa casera dijeron que tenía: sal, arena, crema, harina, aceite, agua, leche, etc.

Pedro, por ejemplo, contestó que la masa comercial era blanda y estaba hecha de pintura; la masa casera era blanca, aguada y pegajosa, pudo descifrar que estaba hecha de harina y agua.

Mientras que Ana sólo respondió que la masa casera era asquerosa, pegajosa y hecha de sal. No escribió nada acerca de la masa comercial, estaba muy distraída.

Luego se les dio la hoja *Ingeniería (Etapa Enganche2)* en la que tenían que registrar los resultados de probar ambas masas para decidir cuál era mejor. En esta actividad trabajaron por parejas y ellos mismos decidieron en qué consistiría la prueba que harían con las masas.

Los alumnos decidieron hacer varias figuras con la masa comercial y todos lo lograron, pero cuando lo intentaron con la masa casera (se les dieron guantes de plástico para poder manejarla sin que se ensuciaran las manos) no lograron

moldear ninguna figura, por lo que decidieron unánimemente que la masa comercial era, en ese momento, la mejor.

Pedro moldeó rebanadas de pizza con la masa comercial y las dibujó en su hoja, también escribió que no pudo hacer ninguna figura con la masa casera, pues estaba muy aguada.

Ana escribió que la masa comercial era manejable y no dibujó nada, la docente a cargo del grupo escribió abajo que había hecho una figura de carita de burro. Acerca de la masa casera Ana sólo reportó que no se podía.

Originalmente se dejó un espacio en blanco en la hoja *Etapas Enganche1* para que después lo llenaran con la información de la masa que harían después, sin embargo, resultó poco práctico y se dejó tal espacio vacío. Se propone un diseño nuevo de hoja de trabajo para las dos secciones de esta etapa en el Anexo III.

¿De qué están hecha la masa para jugar?

Etapa 2. (Exploración). Los alumnos observan, interpretan, experimentan y construyen sus primeros modelos científicos escolares.

En esta etapa los alumnos tocaron y observaron harina, sal y agua, describieron sus propiedades en la hoja *Ingeniería (Etapa Explorar1)*. El propósito

era que los alumnos se familiarizaran con los materiales para trabajar, sin embargo la mayoría ya los distinguía desde el principio.

Pedro contestó el cuadro correctamente y Ana respondió de forma poco precisa, nótese que le dibujó una carita enojada a su ejercicio. Se recomienda omitir esta hoja de trabajo, sobre todo si los alumnos han tenido ya experiencia con estos materiales.

Después respondieron la hoja *Ingeniería (Etapa Explorar2)* en la que se les pedía a los alumnos hacer mezclas binarias (harina y agua, sal y agua, harina y sal) en diferentes proporciones de los materiales a usar y anotar sus observaciones.

Respecto a las mezclas binarias, las respuestas de Pedro reflejaron que ponía más atención a la cantidad de mezcla que a las propiedades de las mismas al cambiar la proporción de materiales.

Ana respondió correctamente en función de las propiedades de las mezclas, pero no hizo mucha distinción entre una y otra.

Los demás alumnos respondieron de varias maneras y sólo algunos correctamente, es por ello que se propone un rediseño de esta hoja haciendo que el cambio en las proporciones de las mezclas binarias sean más notorio y eliminando la última mezcla porque resultó innecesaria.

¿Cómo hacemos la masa?

Etapa 3. (Explicación). El educador provee de pistas y preguntas guía para que los alumnos puedan construir su propio conocimiento y así explicar un fenómeno científico con la terminología apropiada.

En esta etapa se les da a los estudiantes la hoja *Ingeniería (Etapa Explicar1)* en donde se les pide que registren sus ideas en cuanto a la cantidad de cada material y el orden en que los agregarían.

Para guiarlos se hizo una pequeña demostración delante del grupo con las siguientes mezclas:

- Una tazas de harina y dos de agua
- Una taza de harina y una de agua
- Una taza de agua y media taza de sal
- Una taza de agua y un cuarto de taza de sal

Pedro contestó correctamente que era mejor la mezcla de harina con menor proporción de agua e incluso sugirió añadirle colorante para que se pareciera más a la masa comercial; sin embargo, no acertó la proporción de sal.

Ana respondió sólo para llenar la hoja, sus respuestas fueron contradictorias porque, creemos, no disfrutó esta actividad.



En general los estudiantes pudieron decir que no necesitaba tanta agua, pues la masa quedaba pegajosa; pero tuvieron dificultades para decidir la cantidad de sal, pues pensaron que debía llevar más en vez de reducir la cantidad. Se puede omitir esta actividad al ser redundante con el diseño nuevo de la etapa anterior.

Después, en la hoja *Ingeniería (Etapa Explicar2)* propusieron, por parejas, un procedimiento con cantidades y orden en que deberían agregar los materiales. Se les dio una serie de pasos para recortar, elegir y pegar según como ellos pensaban que se debía armar el procedimiento; también se les dijo que no era necesario usar todos los pasos.

Pedro se confundió con la sección de “extra” (se adjunta la hoja de trabajo original en el Anexo III para ilustrar esta etapa) y no discriminó el orden de los ingredientes, pero acertó aceptablemente las cantidades de estos.

Ana tampoco discriminó el orden de los ingredientes y aunque incluyó la sal, no especificó la cantidad que habría de usar.

A los alumnos les llevó casi toda la sesión resolver esta hoja de trabajo porque se confundieron cuando se les dijo que no necesariamente tenían que usar todos los pasos, por lo que se propone eliminar la sección de pasos “extra”, pero aún así ofrecer más pasos de los necesarios.

También se recomienda hacer una pequeña demostración de cómo medir las cucharadas antes de llegar a este punto, para explicar qué es una cucharada rasa y porqué es importante que todas las cucharadas contengan la misma cantidad de algún ingrediente.

En la sesión siguiente los alumnos, por parejas, pusieron a prueba sus procedimientos, muchos lograron una masa de consistencia moldeable, pero la mayoría tenía demasiada sal y aún se sentían los granos al amasarla, además de que les costó trabajo descifrar que debían disolver primero la sal en agua y después agregar la harina.

Los alumnos compartieron frente al grupo todo tipo de resultados, los cuales se compararon y se llegó a un acuerdo grupal acerca de las proporciones de los materiales.

¿Cómo mejoramos nuestra masa para jugar?

Etapas 4. (Elaboración). Se trata de que el alumno reorganice un concepto nuevo dentro de lo que ya sabe para que pueda extender su comprensión a una habilidad de pensar.

Se les pidió a los alumnos que registraran los cambios que le harían a su procedimiento para hacer masa en la hoja *Ingeniería (Etapa Elaborar)*, indicando si agregarían más o menos de cada material o si lo dejarían igual y las razones para hacer dichos cambios.

Se propone rediseñar esta hoja de trabajo haciendo las instrucciones más claras porque algunos alumnos necesitaron más ayuda para entender de qué se trataba el ejercicio.

Pedro contestó que su masa la había quedado aguada y que para ello tendría que agregar tres cucharadas más de harina y una más de sal, y también quitarle una cucharada de agua para que no quedara aguada como “vómito”.

Ana respondió que agregaría una cucharada más de harina y una cucharada más de sal para que se hiciera más espesa y salada, y una cucharada menos de agua para que quedara menos líquida. Las ideas de ambos fueron acertadas.

Esta actividad la realizaron por parejas, después pusieron a prueba su nueva idea y esta vez casi todos lograron obtener una masa manejable al primer intento, el resto lo logró al segundo intento y pudieron entonces agregar colorante a su masa.

Etapa 5. (Evaluación). Se realizará evaluación continua antes de la evaluación formal.

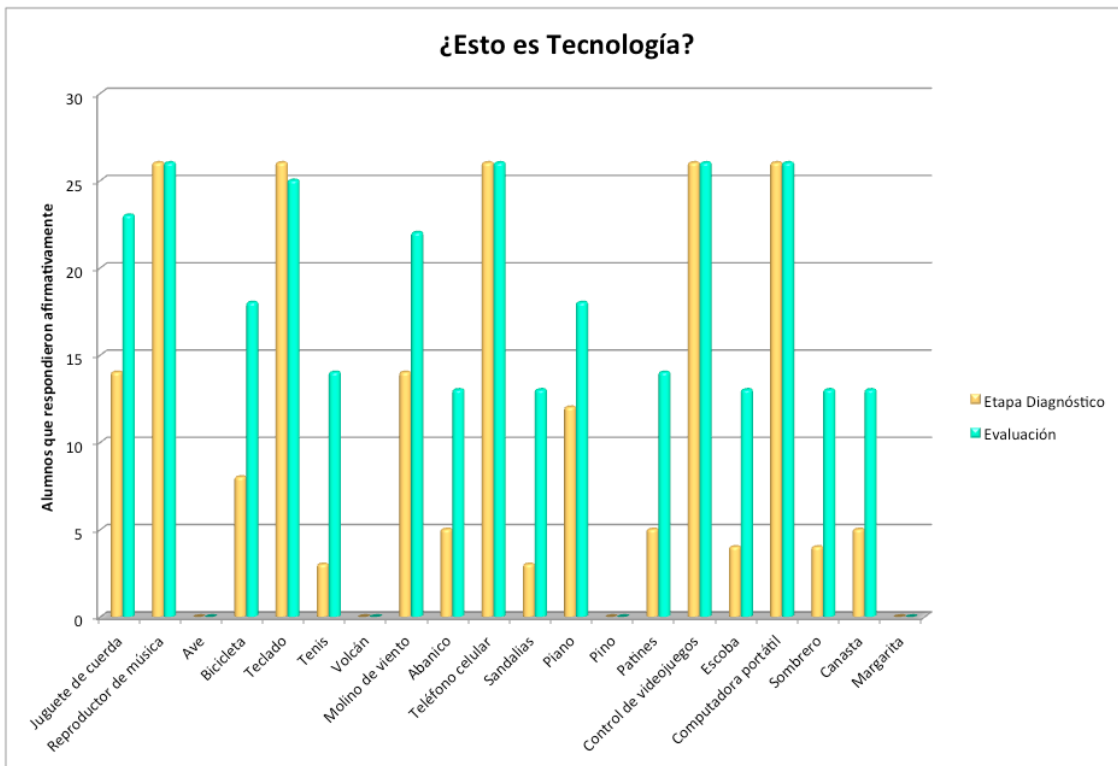
Se le pidió a cada alumno que escribiera su procedimiento para hacer masa casera (incluyendo cantidad de cada material y los pasos a seguir en orden) para hacer un manual y que se lo pudieran llevar a casa.

Los estudiantes en general escribieron buenos procedimientos, la relación harina-agua la escribieron bien, alrededor de la mitad escribió correctamente el orden: sal, agua y después harina. Además se les preguntó el problema que se resolvía con el manual (hoja *Manual para hacer masa*).

En su manual, Pedro contestó que necesitaba cuatro cucharadas de harina, dos cucharadas de sal y dos cucharadas de agua. No olvidó hablar de medir sus cucharadas y de amasar al final, el orden de sus pasos fue correcto. Respondió que con ese ejercicio había resuelto el problema de que su masa quedara aguada o pegajosa y salada.

El manual de Ana decía que necesitaba tres cucharadas de harina, dos cucharadas de sal y dos de agua. Los pasos estaban en el orden correcto y respondió que con ese ejercicio habían resuelto el problema de saber la cantidad de cada ingrediente necesario.

Por otro lado se les volvió a dar la hoja de *¿Qué es Tecnología?* que se les había aplicado en la etapa de diagnóstico. En casi todos los alumnos se notó una mejoría notable en sus respuestas al incluir los objetos de la vida cotidiana, que no necesitan electricidad, tal como se muestra en el siguiente gráfico:



¿Ingeniería de masa para jugar?

Etapa Extra (Reafirmación). Se les pedirá que describan los pasos del "diseño de proceso" que ellos realizaron para la elaboración de masa casera para jugar.

Se les pidió a los alumnos que relacionaran los pasos del Diseño de Proceso (sin mencionar al Diseño en sí) con lo que ellos habían hecho para

descubrir cómo se hacía la masa. Esta actividad fue grupal y casi todos los alumnos participaron y compartieron sus ideas. Al finalizar se les dijo que este procedimiento se llama “Diseño de Proceso” y es lo que utilizan los Ingenieros en su vida laboral para resolver los problemas de sus comunidades.

Pedro y Ana contestaron según la siguiente tabla:

Diseño de Proceso	Pedro	Ana
Preguntar	“¿Qué ingredientes lleva?”	“Cómo nos iba a quedar”
Imaginar	“Cómo nos iba a quedar”	“Cómo nos quedaría”
Planear	“Cuáles ingredientes y el orden”	“Cómo le haríamos”
Crear	“Los pasos del proceso”	“Una masa”
Mejorar	“No ponerle tanta agua y un poquito más harina que agua”	“Mejoramos con colorante y le pusimos menos agua y sal”

También se les pidió que respondieran en sus cuadernos la siguiente pregunta: ¿Quién diseña la Tecnología? A lo cual respondieron correctamente de varias formas, afirmando que quienes diseñaban la Tecnología:

- Eran personas que resolvían problemas y/o necesidades
- Eran personas con ingenio y/o creatividad
- Eran Ingenieros

Cabe mencionar que el “Engineering Design Process (Diseño de Procesos en Ingeniería)”, como cualquier otro proceso detallado, requiere de atención y

persistencia. Los estudiantes frecuentemente no entienden por qué deberían seguir los pasos.

El Diseño de Ingeniería de Procesos es una guía para diseñar ingeniería apropiadamente, pero no es una receta ni un requisito. El Diseño de Procesos de Ingeniería puede tener muchas formas. Los ingenieros cuando trabajan pueden seguir los pasos pero no el orden o saltarse un paso según las necesidades de un proyecto en particular. En cualquier caso, todos los pasos son importantes para un buen diseño (Museum of Science, 2011).

### **CAPÍTULO 3. Propuesta de secuencia didáctica II**

#### **3.1 ¿Las semillas están vivas? ¿El coco es una semilla? Concepciones**

**de los alumnos de 7 y 8 años acerca de las plantas como seres vivos.**

**El caso de la germinación.**

Se diseñó y aplicó una secuencia didáctica, con modelo de instrucción 5E, sobre el estudio de la germinación de semillas a nivel 3º de Primaria para ayudar a complementar el modelo científico escolar inicial de ser vivo. Al finalizar de aplicar la secuencia la mayoría de los alumnos fueron capaces de responder estas preguntas: ¿Las semillas están vivas? ¿Qué necesita una planta para nacer? ¿Cómo nace una planta? ¿El coco es una semilla? ¿Qué semilla es esta?

En particular los estudiantes aprendieron: i) por qué las semillas son seres vivos (nutrición), ii) cuánta agua necesitan las semillas para germinar (nutrición), iii) cómo nace una planta (nutrición y relación) y iv) cómo identificar semillas típicas de granos.

La secuencia se aplicó a uno de los 4 grupos (de 21 estudiantes) de 3º de primaria del Colegio Madrid durante el mes de julio de 2014, como parte del ciclo escolar 2013-2014. A continuación se resumen lo realizado, observado y reflexionado en cada etapa de la secuencia.

¿Las semillas están vivas?

Etapa 1 (Enganche). Se promueve la curiosidad entre los alumnos y se obtienen sus ideas previas sobre plantas y semillas como seres vivos.



Se aplicó una parte de un cuestionario publicado recientemente (Jewell, 2002) que pregunta si las plantas y las semillas son seres vivos. Con las plantas no hubo problema, ellos tenían muy claro que las plantas estaban vivas. Las semillas los confundían según muestra el siguiente gráfico:



-Once alumnos decían que sí estaban vivas porque de ahí salían las plantas y que, por lo tanto, eran lo mismo y estaban vivas. O que necesitaban agua, tierra y luz para vivir; y que respiraban.

-Siete alumnos decía que no eran seres vivos porque no respiraban o porque aún no las habían plantado o que simplemente no eran seres vivos.

-La última cuarta parte admitía no saber la respuesta correcta.

Estas respuestas coinciden con lo publicado en la literatura (Jewell, 2002).

También llevamos (en cajas pequeñas de plástico transparente) frijoles partidos a la mitad para que los alumnos vieran los cotiledones. Aunque cabe aclarar que esta palabra no se introdujo a su vocabulario, sólo les pedimos que observaran su mitad de frijol y que lo dibujaran en su cuaderno. Si querían, podían pasar a dibujar sus resultados al pizarrón.

Estos fueron los resultados:



Recomendamos el uso de lupas para que los alumnos puedan observar el interior de las semillas con más detalle.

Además, se llevaron al aula bolsitas con semillas (por separado): frijol, lenteja, trigo, girasol, mijo rojo, mijo blanco, maíz azul, chía, etc. para ver si reconocían algunas. En este momento sí reconocieron el frijol, el girasol y algunos identificaron las lentejas y el maíz azul.

Se recomienda utilizar semillas originarias de la región en donde se aplique la secuencia para familiarizar a los alumnos con la biodiversidad del lugar en el que viven.

¿Qué necesita una planta para nacer?

Etapa 2 (Exploración). Los alumnos observan, interpretan, experimentan y construyen sus primeros modelos científicos escolares.

Los alumnos eligieron las semillas que más les gustaron para germinar dentro de una caja de Petri, les preguntamos qué cantidad de agua creían que debían ponerle a las semillas, respondieron en general que “ni mucha ni poca”, pero casi todos inundaron la caja, lo que resultó en un bajo índice de germinación de las semillas y crecimiento de hongos que infectaron las semillas (las cajas de Petri con este problema se desecharon sin abrir).

Para esta actividad se recomienda usar un gotero para evitar accidentes y que los alumnos derramen agua en el aula. Las cajas de Petri deben sellarse con cinta adhesiva que lleve escrito el nombre del alumno.

También se recomienda que los alumnos se laven las manos antes de esta actividad para evitar que se ensucien las semillas y disminuir la posibilidad de que crezcan hongos en las cajitas de Petri.

En un segundo intento los niños pusieron mucha menos agua (sólo la suficiente para humedecer el papel filtro) y las semillas germinaron en mayor cantidad y sin hongos en la mayoría de ellas. Se pueden dejar las cajas de Petri en algún rincón del salón donde no se les mueva.





No se exploró la variable temperatura ni la luz del sol. Sin embargo se podrían elaborar dos cajitas Petri “testigo” que se resguarden en un cajón o librero para que los alumnos vean, en la siguiente etapa, que eso no afecta la germinación.

Otro problema que surgió fue que los alumnos pusieron demasiadas semillas en sus cajitas de Petri y después ya no sabían cuál era cuál. Recomendamos lo siguiente:

-Elegir tres semillas de dos tipos que preferentemente no se parezcan para poder distinguirlos fácilmente

-Pegar una etiqueta que señale los tipos de semillas contenidos en las cajas de Petri

---

¿Cómo nace una planta?

Etapa 3 (Explicación). El educador provee de pistas y preguntas guía para que los alumnos puedan construir su propio conocimiento y así explicar un fenómeno científico con la terminología apropiada.

En esta etapa se pide que identifiquen las partes que surgen de la semilla (tallo y raíz) así como llegar a acuerdos de los criterios que los distinguen. Los alumnos dijeron que "...al principio el tallo y raíz tienen forma de palito y son blancos. Después el tallo se pone amarillo o verde, y la raíz sigue blanca y le salen pelitos".

---

Esta actividad les permite describir cómo nace una planta para poder introducir el vocablo germinación. Entonces se les pide a los alumnos que trasplanten las semillas germinadas a vasitos de plástico con tierra para que pudieran llevarse sus plantitas a casa, lo que permitió verificar si colocaban en la tierra las raíces en vez del tallo, lo cual hizo el 80% de los alumnos.

Se recomienda ampliamente el uso de las cajas de Petri, no necesariamente han de ser de vidrio, las de plástico cumplen la misma función. El

propósito de usar estas cajas es que los alumnos pueden observar, muy probablemente por primera vez en sus vidas, cómo se abren las semillas y cómo surgen plantas de ellas.



También se recomienda usar tierra “libre de plagas” para evitar a toda costa la presencia de alguna bacteria o parásito que pudiera provocar enfermedades a los alumnos. En este caso se utilizó un costal de 10Kg de “Tierra Preparada Vigoro”, de la cual no usamos más de 1Kg.

¿El coco es una semilla?

Etapa 4. (Elaboración). Se trata de que el alumno reorganice un concepto nuevo dentro de lo que ya sabe para que pueda extender su comprensión a una habilidad de pensar.

Les preguntamos a los niños si el coco era una semilla, lo cual provocó una discusión tan interesante como dividida. Unos alumnos decían que no era una semilla, que era más bien una fruta porque nos comíamos la carne y el agua. Algunos pocos decían que sí era una semilla pero no supieron explicar por qué, lo cual es similar a los estudios previos (Jewell, 2002). Al final de la sesión les causó mucha sorpresa ver el coco germinado que llevamos al salón de clase.

En caso de que no se pueda conseguir un coco germinado (de aproximadamente dos meses de edad), siempre se puede recurrir a una imagen en donde se muestre cómo germina un coco y proyectarla en el aula.

¿Qué semilla es esta?

Etapa 5. (Evaluación). Se realiza una evaluación continua antes de la evaluación formal.

Al final les regalamos sobres (uno por alumno) con semillas mixtas llevadas desde la primera sesión (incluyendo el amaranto, con el cual no trabajamos en clase) para ver si podían reconocerlas. En general lograron identificar todas las semillas y hasta dijeron que había una semilla extraña ahí.

NOTA: recomendamos germinar semillas aparte que crezcan al mismo tiempo que las de los alumnos, esto en caso de que las semillas de los alumnos no llegasen a germinar o de que las plantitas se maltratasen y que todos los alumnos puedan llevárselas a sus casas sin problema.



## **CAPÍTULO 4. Propuesta de secuencia didáctica III**

### **4.1 ¿Por qué no debemos cortar las flores? Concepciones de los alumnos de 7 y 8 años acerca de las plantas como seres vivos.**

#### **El caso de la polinización.**

Se diseñó y aplicó una secuencia didáctica con el modelo de instrucción 5E sobre el estudio de la polinización de las flores a nivel 3º de Primaria para ayudar a complementar el modelo científico escolar inicial de ser vivo. Al finalizar de aplicar la secuencia los alumnos fueron capaces de responder estas preguntas: ¿Cuáles

son las partes de una flor? ¿De dónde salen las semillas? ¿Las plantas se mueven? ¿Cómo se hacen las semillas? ¿Por qué no debes cortar las flores?

En particular los estudiantes aprendieron y/o confirmaron: i) las partes que forman una flor, ii) la importancia de flores y polinizadores en la reproducción de las plantas, iii) dónde y cómo se forman las semillas, iv) que una planta nace de otro ser vivo y v) por qué algunas plantas se mueven.

La secuencia se aplicó a uno de los 4 grupos (de 21 estudiantes) de 3º de primaria del Colegio Madrid durante el mes de julio de 2014, como parte del ciclo escolar 2013-2014. A continuación se resumen lo realizado, observado y reflexionado en cada etapa de la secuencia.

¿Cuáles son las partes de una flor?

Etapa 1. (Enganche). En esta fase se trata de promover la curiosidad entre los alumnos y obtener las ideas previas que tengan acerca de las plantas y las flores como seres vivos.

Les preguntamos a los alumnos cuáles eran sus flores favoritas y qué cosas sabían acerca de las flores. Les pedimos que compararan varios tipos de flores que les llevamos en maceta: girasol, alcatraz, dalia, etc. Dijeron que tenían "...pétalos de color (pétalos) y pétalos verdes (sépalos), hilitos con polen (pistilos), tallo y hojas...". Algunos de ellos pasaron al pizarrón a dibujar sus observaciones.

De nuevo recomendamos que las plantas con flores que se lleven al aula sean de la región donde está la escuela.

¿De dónde salen las semillas?

Etapa 2. (Exploración). Se trata de que los alumnos observen, midan, interpreten, experimenten y construyan modelos acerca de algún tema científico.

Cuando los alumnos observaron diversas plantas con flores señalaron que algunas plantas tenían flores en varias fases: capullos, flores frescas y flores secas. Los niños pudieron acomodar muy bien cuáles flores tenían más tiempo y cuáles menos, además comentaron que las flores secas ya tenían semillas adentro.

Dentro de lo posible, recomendamos revisar que las plantas no tengan algún “bicho”, sobre todo porque puede distraer mucho a los alumnos y ya no prestan atención a las flores.

¿Las plantas se mueven?

Etapa 3. (Explicación). El maestro provee de pistas y preguntas guía para que los alumnos puedan construir su propio conocimiento y así explicar un fenómeno científico con la terminología apropiada.

También les llevamos un par de macetas con plantas que se mueven como la "mimosa púdica", que es una planta cuyas hojas se cierran cuando algún animal

(en este caso nosotros) las toca. Además les llevamos una planta carnívora tipo "venus atrapamoscas" que también cierra sus "dientes" cuando se les mete algún insecto. Y aprovechamos el girasol para mostrarles que se la flor se mueve en busca de la luz del sol.

A los alumnos les sorprendieron muchísimo este tipo de plantas, se recomienda ampliamente llevar estas plantas al salón de clase para ilustrar lo más claro posible la interacción de las plantas con su medio ambiente, ya que este es uno de los puntos más importantes acerca de los seres vivos que no suele revisarse en el aula.

¿Cómo se hacen las semillas?

Etapa 4. (Elaboración). En esta parte se trata de que el alumno reorganice un concepto nuevo dentro de lo que ya sabe para que pueda extender su comprensión a una habilidad de pensar.

Los alumnos dijeron que el polen de las flores servía para que la planta pudiera "hacer" semillas nuevas. Les preguntamos cómo le hacía el polen para polinizar a la flor y comentaron que necesitan ayuda de las abejas, abejorros, mariposas, colibríes, etc.

Les hicimos dos preguntas a los alumnos:

-¿El coco es una semilla o no? ¿Por qué?

-¿De dónde salen las semillas?

Contestaron lo siguiente:

Porque sale de una planta y crece, se reproduce y muere.  
De las plantas como un bebé. Algunas están dentro de una fruta.

Carlos

p coco semilla.  
porque se germina.

Preguntas

son bacterias y moléculas.

María

Porque crece de una planta  
- De las plantas.

Santiago

También en este punto hay que resaltar la interacción de las flores con su medio ambiente (sol, abejas, abejorros, moscas, mariposas, colibríes, viento, etc.)

No hay que olvidar tener a la mano cubrebocas para que aún los alumnos con alergia al polen puedan observar las flores de cerca sin problema.

¿Por qué no debes cortar las flores?

Etapa 5. (Evaluación). Se realiza una evaluación continua antes de la evaluación formal.

Les preguntamos a los alumnos cómo le harían para explicar a un amigo o un familiar por qué no deben cortar las flores (Sanmartí, 2008). Algunos de ellos respondieron que no importaba porque la planta no se moría, pero la mayoría

respondió que aunque la planta no muriera ya no iba a ser capaz de producir semillas y, por lo tanto, no habría más plantas.

Por último, la docente titular del grupo pidió a todos los estudiantes que aplicaran todo el conocimiento estudiado en esta secuencia junto con la de semillas en un cartel que expusieron en su periódico mural. Cada niño y niña seleccionó los temas que más le interesaron y los relacionó con otros vistos en el resto de las asignaturas que cursaron.

Se anexan algunos de los trabajos de los alumnos que, al ser libres, son muy diferentes el uno del otro y cada uno muestra un enfoque diferente, pero igualmente interesante.

Carlos hizo un análisis muy completo mediante un cómic, explicó el crecimiento y desarrollo de las plantas así como las situaciones que se presentaron en el salón al realizar esta actividad.

María mostró un lado más bien introspectivo y muy reflexivo respecto a las plantas y la forma en que crecen. También escribió todos los pasos para observar la germinación de las semillas y su posterior trasplante.

Santiago dibujó muy acertadamente tres de los ejemplares de plantas que germinamos en el salón e incluyó una invitación para que compañeros de otros grupos intentaran germinar sus propias plantas.

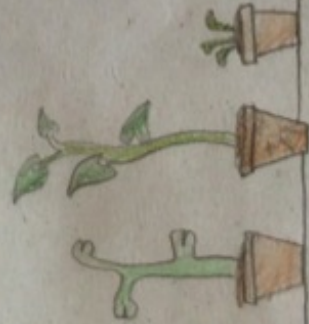




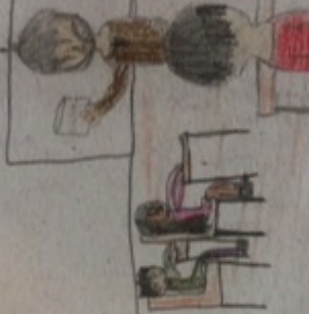
Empezamos un trabajo sobre plantas.



Y entonces, las transplantamos a unos botecitos.



Un señor que se llama Luis Miguel y es papá de uno de los niños de nuestro colegio.



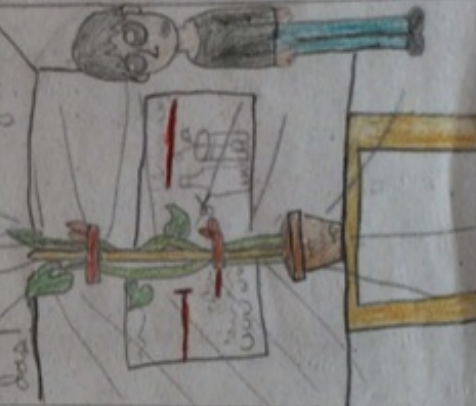
Pero algunas plantas podían tener hongos...



Plantamos unas semillas enajos petr.



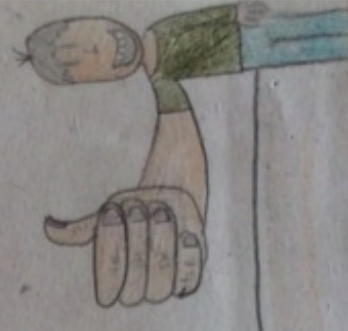
¡Qué que a los hue tenía hongos en sus filos petr, les dieron algunos ojos verdes!



¡Digo esas semillas crecieron y crecieron, pero no crecieron. ¡No crecieron!



A mí me gustó esta actividad porque fue interesante y aprendimos mucho.



Carlos

Flores  
 P.D. Este texto se trata de las plantas  
 hay diferentes tipos de plantas y miden diferente, diferentes  
 colores, pero con todas las plantas que tiene las hojas, tienen  
 una parte verde. El pedon de muchas a su vez, algunas no tienen  
 raíz. Algunas con muchas plantas, que dicen como 20 plantas,  
 las flores son las que se miden pero no la planta. ¿Algunas son, porque  
 de las plantas, plantas?  
 R.

sin flores

Algunas plantas no tienen flores, otras no se me ocurre  
 ninguno, pero que si hay algunas, otra una flor de hoja?  
 Algunas plantas, las semillas, pero cuando están con la raíz. El tiempo de  
 como crecen, si que son de un año, este experimento, pero que tiene una caja de  
 P.D. después tener un papel filtro, lo intercalo en la caja de papel. Ahora  
 porque las semillas, que se como 4 días una caja, pero que en una medida  
 de agua, ¡¡!!  
 F

Dibujo

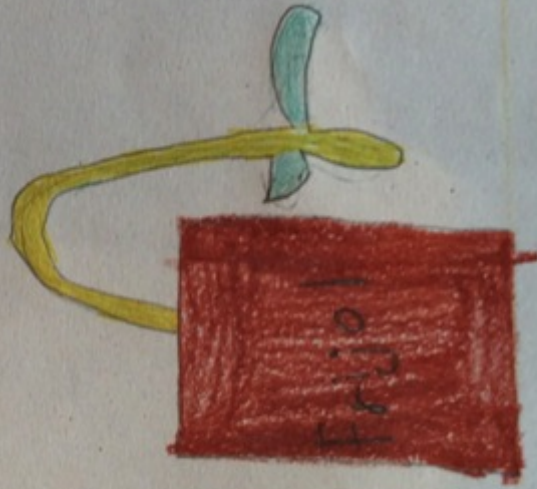
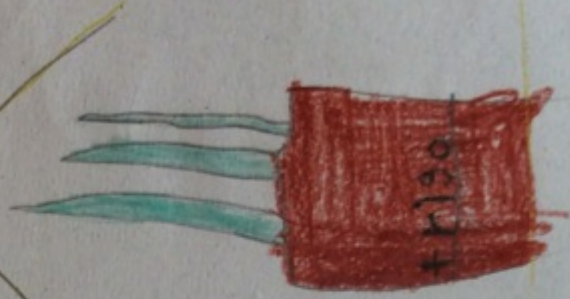


María

# Santiago

## Las plantas

Nosotros hemos estado trabajando en unas plantas. Yo tengo 3 plantitos: trigo, frijol y lentejas. Hemos trabajado mucho con ellas y los invito a que alguna vez hagan algo como esto.



## Conclusiones

Las propuestas didácticas deben estar sujetas a procesos constantes de mejora. Con eso en mente, hemos logrado desarrollar tres secuencias que suponen un cambio en favor del aprendizaje de los alumnos con los temas de semillas-geminación, flores-polinización e ingeniería-tecnología.

Con relación a las dos primeras secuencias, a pesar de ser temas que llevan mucho tiempo como parte del programa, se actualizó el modelo de aprendizaje en el que estaban basadas anteriormente. Los resultados fueron favorables sin que dejen de ser susceptibles de mejorarse.

Por otro lado hubiera sido conveniente que funcionaran las semillas de crecimiento rápido (NSRC, 2002) como se sugiere en la introducción, de ese modo se hubiera podido dar seguimiento a la misma planta en vez de tener que cambiarlas cada pocas clases.

Con relación a la última secuencia (ingeniería-tecnología), se logró introducir de manera directa un tema casi ignorado en los seis niveles de escuela primaria. Los alumnos modificaron sus ideas respecto a la tecnología y adquirieron nociones de la labor de los ingenieros.

Para proyectos próximos se sugiere adaptar estas secuencias a nivel medio y medio superior, pues tales temas aún no se desarrollan por completo para la

época y sociedad en la que vivimos, la cual demanda que se haga algo al respecto educativamente hablando.

También se sugiere para futuros proyectos poder adaptarlas a los grupos con gran número de alumnos como en el caso la educación pública. Las secuencias aquí presentadas, por ser pruebas piloto, se hicieron en aulas privadas (con reducido número de alumnos) para detectar posibles problemas en cuanto a su aplicación.

Con esta investigación esperamos que los alumnos aprendan más y mejor de los temas elegidos sin importar lo que decidan estudiar en un futuro.

## Bibliografía

- Bybee, R.W.; Carlson Powell, J.; Trowbridge, L. W. (2007). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy*. Pearson: USA.
- Cunningham, C. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge* 39 (3) 11-17.
- Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P.; Wood-Robinson, V. (1993). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. Routledge: England.
- García Rovira, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículum de biología. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII Congreso. 6 pp.
- Goodnough, K. (2011). *Taking action in Science Classrooms Through Collaborative Action Research. A Guide for Educators*. Sense Publishers: Netherlands.
- Jewell, N. (2002). Examining Children's Models of Seed. *Journal of Biological Education* 36(3) 116-122.
- Knight, M., Cunningham, C. (2004) Draw An Engineer Test (DAET): Development of a Tool to Investigate Students' Ideas about Engineers and Engineering. Annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition.
- Margulis, L. y Sagan. D. (2000). *What Is Life?* University of California Press: USA.
- Marx, Leo. (2010). Technology, The Emergence of a Hazardous Concept. *Technology and Culture*, Volume 51, Numer 3, pp 561-577. The Johns Hopkins University Press. USA.
- Mautino, J.M. (2008). *Didáctica de la educación tecnológica. ¿Cómo aprender? ¿Cómo enseñar?* Bonum: Buenos Aires.

- Museum of Science, Boston (2011) Chemical Engineering: Improving a Play Dough Process. USA.
- NSRC (2002). Plant Growth and Development, Teacher's Guide. Carolina Biological Supply. USA.
- Nye, David E. (2006). Technology Matters, Questions To Live With. The MIT Press. London, England.
- Secretaría de educación pública (2011) *Plan de estudios 2011. Educación Básica* SEP: México.
- Waldman, A. S., Schechinger, L. (1998) The Alginate Demonstration: Polymers, Food Science, and Ion Exchange. *Journal of Chemical Education*. Vol. 75 (No. 11) 1430-1431.

### **Mesografía**

- Museum of Science, (2006) Engineering is elementary. Boston, EUA. Consultada por última vez el 02 de agosto de 2017 en la URL <http://tinyurl.com/l36h53n>
- Sanmartí, Neus. (2008) ¿Qué conlleva desarrollar la competencia científica? Barcelona, España. Consultada por última vez el 02 de agosto de 2017 en la URL <http://tinyurl.com/mft23f8>
- Tecnología para todos, (2008) ¿De qué hablamos cuando hablamos de "Tecnología"? Argentina. Consultada por última vez el 02 de agosto de 2017 en la URL <http://tinyurl.com/mk5d4p>

## ANEXOS

### ANEXO I - EJERCICIOS DE ANA

Escribe 7 palabras que relaciones con "tecnología".

- 1- Xbox 360
- 2- Xbox one
- 3- ipad
- 4- i phone
- 5- i phone 1
- 6- i phone 2
- 7- i phone 3



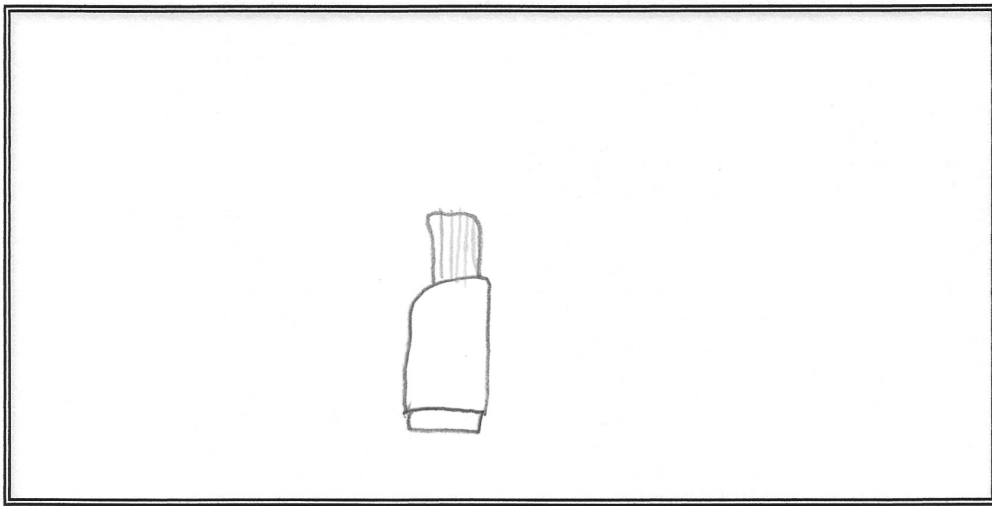
## LA BOLSA MISTERIOSA



1. ¿Qué objeto hay en tu bolsa?

*una pasta dental*

2. Dibuja tu objeto en este recuadro.



3. ¿Qué hace tu objeto? ¿Qué problema resuelve?

*limpia los dientes*

4. ¿De qué materiales está hecho tu objeto?

*de aluminio*

## Ingeniería (Etapa Enganche)

Masita	¿Cómo es esta masa?	¿De qué crees que está hecha esta masa?
Masa Comercial		
Masa Casera	Asquerosa y pegajosa	de sal

**Ingeniería  
(Etapa Enganche)**

La Prueba de \_\_\_\_\_

Masa	Observaciones
Masa Comercial	<del>1. Mangado.</del> Carita de burro
Masa Casera	No se pudo.

Ingeniería  
(Etapa Explorar)



Material	Propiedades	¿Es sólido o líquido?
Harina	Polvoso y massosa	es sólido
Sal	salada y grumosa	solida
Agua	líquida	líquida

Ingeniería  
(Etapa Explorar)

10/22/2014

Prueba	Observaciones
1 cucharada de <u>harina</u> + 1 cucharada de <u>agua</u>	la uno esta un poco solida.
2 cucharada de <u>harina</u> + 1 cucharada de <u>agua</u>	la dos estaba mas seca.
1 cucharada de <u>sal</u> + 1 cucharada de <u>agua</u>	estaba el agua salada.
1 cucharada de <u>sal</u> + 2 cucharada de <u>agua</u>	las dos estaba salada.
1 cucharada de <u>harina</u> + 1 cucharada de <u>sal</u>	Estaba muy seco.

## Ingeniería (Etapa Explicar)

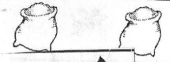
En la tabla escribe algunas ideas acerca de cómo podrías mejorar la masa. Piensa cómo podrías cambiar la cantidad de materiales (agua, harina y sal) o cómo podrías cambiar el orden de los pasos para hacer la masa.

<p>Idea #1</p> <p>mucha sal poca agua mucha harina poca agua.</p>	<p>Idea #2</p> <p>Mucha agua y poca sal y mucha harina y menos sal.</p>
<p>Idea #3</p> <p>Poca sal y mas agua menos agua y mas harina.</p>	<p>Idea #4</p> <p>Poca agua, caliente, un poco de sal, y mucha harina azucar.</p>

## Ingeniería (Etapa Explicar)

Recorta y pega los pasos para hacer masa en el orden que creas correcto. NO tienes que usar todos los pasos.

Mide 2 cucharadas de harina



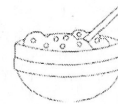
Agrega 134 cucharadas EXTRA de agua



Agrega la sal al recipiente



Usa la cuchara para mezclar por 1 minuto



Saca la mezcla del recipiente

Usa tus manos para amasar la mezcla por 1 minuto



## Ingeniería (Etapa Elaborar)

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo es la masa que obtuviste con tu propia receta (Etapa Explicar)?

*se volvió masa casera*

2. ¿Crees que necesita algún cambio?

*si*

3. ¿Cómo cambiarías tu receta?

Harina	Más <u>1</u> cucharadas	Menos <u>0</u> cucharadas	Igual	¿Por qué? <i>para que se haga más esponjosa</i>
Sal	Más <u>1</u> cucharadas	Menos <u>0</u> cucharadas	Igual	¿Por qué? <i>para que sepa más salada</i>
Agua	Más <u>0</u> cucharadas	Menos <u>1</u> cucharadas	Igual	¿Por qué? <i>para que quede menos líquida</i>

4. Prueba tu receta mejorada. ¿Como es la masa que obtuviste?

Manual para hacer Masita play-doh  
Ingeniería (Etapa Evaluar)

Ingredientes:

- 3 cucharadas de harina
- 2 cucharadas de sal
- 2 cucharadas de agua

Modo de preparación:

Primero tomar un recipiente

Luego agregar 2 cucharadas de sal

Después agregar dos cucharadas de agua y revolver

Al final agregar tres cucharadas de harina y revolver y listo!

¿Qué problema resolvimos con este manual?

No sabíamos que cuánto teníamos de poner

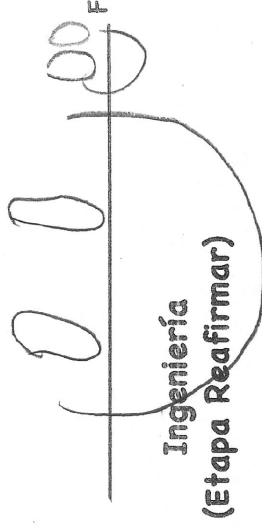
Este manual fue elaborado por: \_\_\_\_\_

El día: 19/11/14



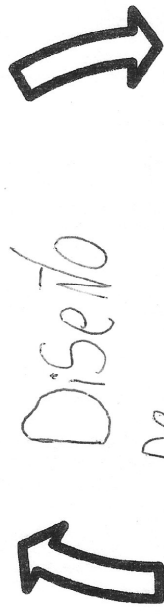
Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



Ingeniería  
(Etapa Reafirmar)

*como nos iba a quedar*  
Preguntar → Imaginar *como nos quedaria*



Diseño  
De

Mejorar *mejoramos con el avance y de puentes maso agua y sal*  
Planear *como lo vamos*

Proceso  
Crear

*una masa*

Escribe 7 palabras que relaciones con "tecnología".

• X Box

• iPad

• iPhone

• Computadora

• Play Station

• Reloj

• televisión

• avion

• carro

10 • Cables

11 • Foco

12 • Robots

13 • Orno de

micronondas

14 • Refrijador

15 • enchufes

16 • estufa

## LA BOLSA MISTERIOSA



1. ¿Qué objeto hay en tu bolsa?

Un llavero

2. Dibuja tu objeto en este recuadro.



3. ¿Qué hace tu objeto? ¿Qué problema resuelve?

Colgare a tus llaves.

Que no se pierdan  
tus llaves

4. ¿De qué materiales está hecho tu objeto?

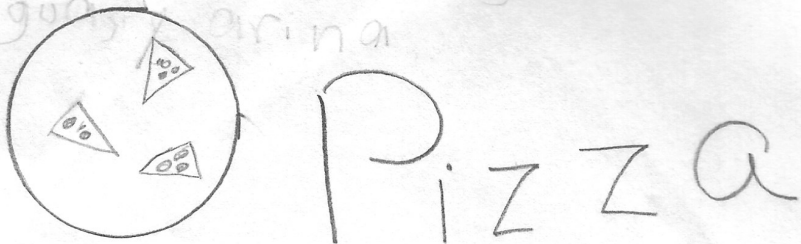
De metal.

## Ingeniería (Etapa Enganche)

Masita	¿Cómo es esta masa?	¿De qué crees que está hecha esta masa?
Masa Comercial	amarilla y blanda.	que cuando les echas como unas pinturitas del color que tu quieras se pone de ese color.
Masa Casera	blanca y aguada y pegajosa	de harina y agua

## Ingeniería (Etapa Enganche)

La Prueba de Masas

Masa	Observaciones
<p style="text-align: center;">Masa Comercial</p>	<p style="text-align: center;"><del>tiene sed, por que en las</del> a gotas, harina</p> 
<p style="text-align: center;">Masa Casera</p>	<p style="text-align: center;">no se pudo hacer ninguna figura porque esta muy aguada.</p> <p style="text-align: center;">na</p>

## Ingeniería (Etapa Explorar)

Material	Propiedades	¿Es sólido o líquido?
Harina	polvo blanco suave	sólido
Sal	polvo blanco duro	sólido
Agua	líquido	líquida

## Ingeniería (Etapa Explorar)

Prueba		Observaciones
1 cucharada de <u>harina</u> + 1 cucharada de <u>agua</u>	1	se iso masa chiquita
2 cucharada de <u>harina</u> + 1 cucharada de <u>agua</u>	2	se iso masa más grande
1 cucharada de <u>sal</u> + 1 cucharada de <u>agua</u>	3	se iso aguada y poca
1 cucharada de <u>sal</u> + 2 cucharada de <u>agua</u>	4	se iso aguada pero más alta
1 cucharada de <u>harina</u> + 1 cucharada de <u>sal</u>	5	se parece como si no le pusieramos sal

## Ingeniería (Etapa Explicar)

En la tabla escribe algunas ideas acerca de cómo podrías mejorar la masa. Piensa cómo podrías cambiar la cantidad de materiales (agua, harina y sal) o cómo podrías cambiar el orden de los pasos para hacer la masa.

<p>Idea #1</p> <p>La que tiene más agua</p> <p>Harina</p> <p>Harina</p>	<p>Idea #2</p> <p>La que tiene más sal</p> <p>sal, agua y harina</p> <p>Azul</p>
<p>Idea #3</p> <p>le podríamos poner colorante para que pareciera Play Do</p> <p>Harina</p>	<p>Idea #4</p> <p>la que tiene mucha harina y la mitad de agua</p>

## Ingeniería (Etapa Explicar)

Recorta y pega los pasos para hacer masa en el orden que creas correcto. NO tienes que usar todos los pasos.

Mide 1 cucharada de agua



Agrega 1 cucharadas EXTRA de agua



Agrega la harina al recipiente



Mide 2 cucharadas de harina



Agrega 1 cucharadas EXTRA de harina



Agrega la sal al recipiente



Mide 1 cucharada de sal



Agrega 1 cucharadas EXTRA de sal



Agrega el agua al recipiente



Usa la cuchara para mezclar por 1 minuto



Usa la cuchara para mezclar por 1 minuto



Saca la mezcla del recipiente

Usa tus manos para amasar la mezcla por 1 minuto





**Ingeniería  
(Etapa Elaborar)**

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo es la masa que obtuviste con tu propia receta (Etapa Explicar)?

Agua da

2. ¿Crees que necesita algún cambio?

No

3. ¿Cómo cambiarías tu receta?

Harina	Más <u>3</u> cucharadas	Menos <u>0</u> cucharadas	Igual	¿Por qué? Porque asi no sale aguada
Sal	Más <u>1</u> cucharadas	Menos <u>0</u> cucharadas	Igual	¿Por qué? Porque si no seria muy salada
Agua	Más <u>2</u> cucharadas	Menos <u>1</u> cucharadas	Igual	¿Por qué? Porque si te ponem mucha agua

4. Prueba tu receta mejorada. ¿Como es la masa que obtuviste?

se nos va a hacer muy pero muy aguada como gomito

## Manual para hacer la masa Play Do Ingeniería (Etapa Evaluar)

### Ingredientes:

- 4 cucharadas de harina
- 2 cucharadas de sal
- 2 cucharadas de agua

### Modo de preparación:

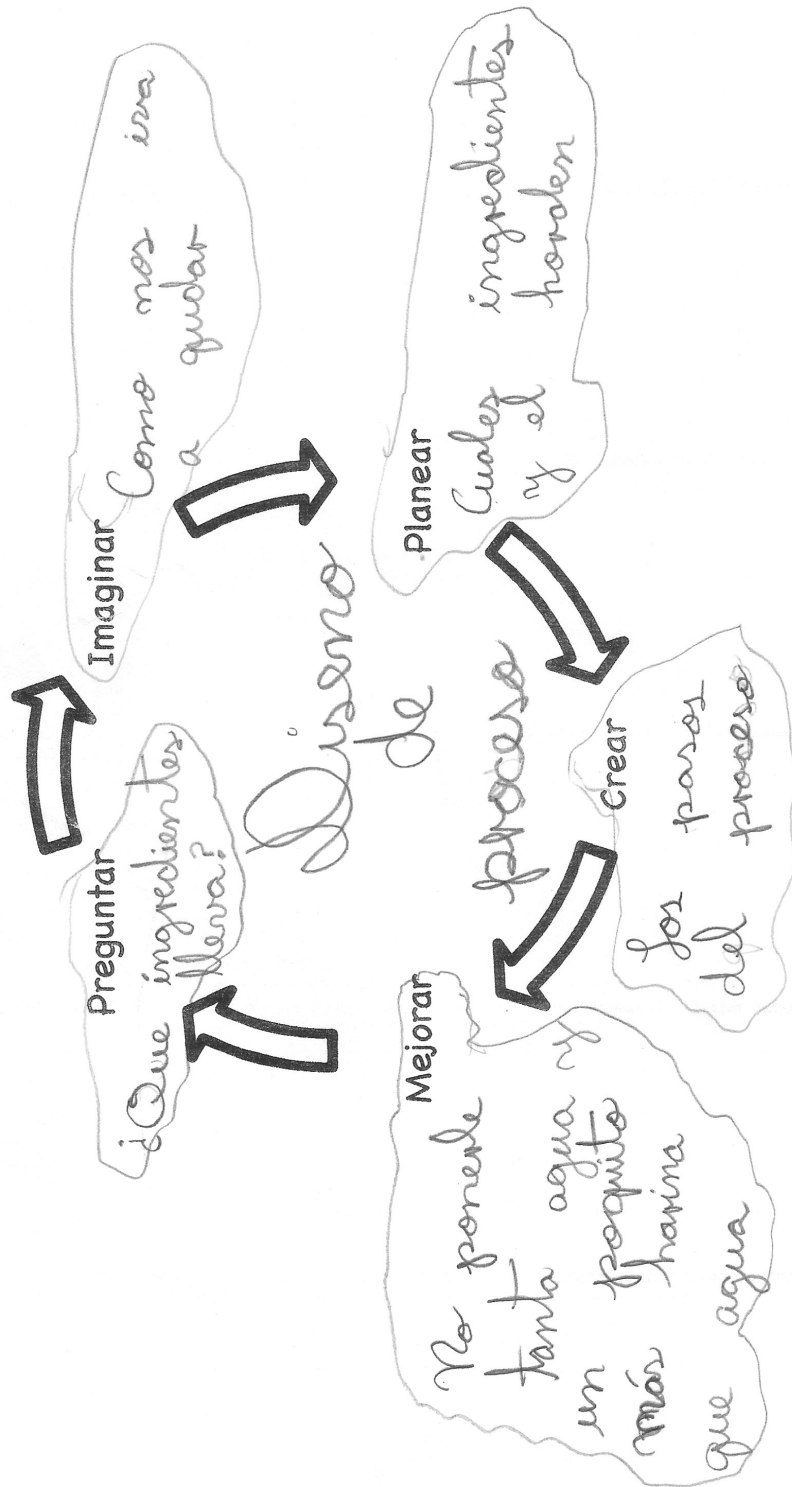
Primero le medi dos cucharadas de sal y  
Luego lo mecele y medi dos cucharadas de agua y lo volvi a mesclar  
Después medí ~~2~~ 3 cucharadas de harina y lo volvi a mesclar  
Al final que ya se había terminado de mesclar, saque mi masa y lo amase.

¿Qué problema resolvimos con este manual?

Antes me salía aguada y pegajosa y también me salía muy salada  
Este manual fue elaborado por: H.H.H.

El día: Miércoles 19 de noviembre de 2014.

Ingeniería  
(Etapa Reafirmar)



**Anexo III - Propuesta Final Ingeniería-Tecnología**

---

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Ingeniería - Etapa Diagnóstico

Escribe 7 palabras que relaciones con “Tecnología”.

---

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_





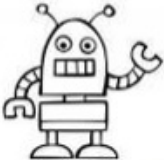













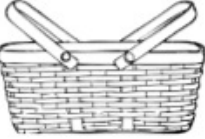

Ingeniería - Etapa Diagnóstico

Escribe 7 palabras que relaciones con “Tecnología”.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## ¿Qué es Tecnología? Ingeniería - Etapa Diagnóstico

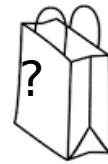
Circula las opciones que crees que sean Tecnología.

 Foco	 Reloj	 Ave	 Bicicleta	 Robot
 Tenis	 Volcán	 Televisión	 Abanico	 Teléfono celular
 Sandalias	 Piano	 Pino	 Automóvil	 Control de videojuegos
 Escoba	 Computadora portátil	 Sombrero	 Canasta	 Margarita

¿Cuál es tu definición de "Tecnología"?

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

LA BOLSA MISTERIOSA  
Ingeniería - Etapa Diagnóstico



1. ¿Qué objeto hay en tu bolsa?

---

2. Dibuja tu objeto en este recuadro.

A large, empty rounded rectangle with a thin black border, intended for drawing the object.

3. ¿Qué hace tu objeto? ¿Qué problema resuelve?

---

---

---

4. ¿De qué materiales está hecho tu objeto?

---

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Ingeniería - Etapa Enganche

La Prueba de \_\_\_\_\_

Masa	Dibuja cómo te quedó la figura que hiciste	¿Por qué crees que tu figura de masa quedó así?	¿De que crees que esta hecha esta masa?
Comercial			
Casera			

¿Qué masa es mejor? ¿Por qué?

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Ingeniería - Etapa Explorar











Prueba	¿Cómo es la mezcla que hiciste?
1 cucharada de agua +	
1 cucharada de harina	
1 cucharada de agua +	
4 cucharadas de harina	
1 cucharada de sal +	
1 cucharadas de agua	
1 cucharada de sal +	
4 cucharadas de agua	



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Ingeniería - Etapa Explicar

Recorta y pega los pasos para hacer masa en el orden que creas correcto. NO tienes que usar todos los pasos.

Usa la cuchara para mezclar	
Usa la cuchara para mezclar	
Agrega la sal al recipiente	
Agrega la harina al recipiente	
Agrega el agua al recipiente	
Usa la cuchara para mezclar por 1 minuto	
Saca la mezcla del recipiente	
Usa tus manos para amasar la mezcla por 1 minuto	
Mide ____ cucharadas de agua	
Mide ____ cucharadas de harina	
Mide ____ cucharadas de sal	

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Ingeniería - Etapa Elaborar

Responde las siguientes preguntas con tu receta (Etapa Explicar) a la mano para que puedas consultarla:

1. ¿Cómo es la masa que obtuviste con tu propia receta?

2. ¿Qué cambios le harías a tu receta para mejorarla? Elige una opción para cada ingrediente y explica tu elección.

Ingredientes	Opciones (elige sólo una)			¿Por qué?
HARINA	Le agregaría _____ cucharadas	Le quitaría _____ cucharadas	Lo dejaría igual	
SAL	Le agregaría _____ cucharadas	Le quitaría _____ cucharadas	Lo dejaría igual	
AGUA	Le agregaría _____ cucharadas	Le quitaría _____ cucharadas	Lo dejaría igual	

3. ¡Pon a prueba tu nueva receta!

**Manual para hacer \_\_\_\_\_**  
**Ingeniería - Etapa Evaluar**

**Ingredientes:**

- \_\_\_\_\_ cucharadas de harina
- \_\_\_\_\_ cucharadas de sal
- \_\_\_\_\_ cucharadas de agua

**Modo de preparación:**

Primero

Luego

Después

Al final

¿Qué problema resolvimos con este manual?





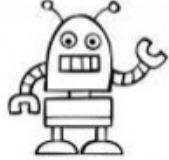













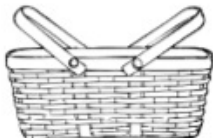

Este manual fue elaborado por: \_\_\_\_\_

El día: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## ¿Qué es Tecnología? Ingeniería - Etapa Evaluar

Circula las opciones que crees que sean Tecnología.

 Foco	 Reloj	 Ave	 Bicicleta	 Robot
 Tenis	 Volcán	 Televisión	 Abanico	 Teléfono celular
 Sandalias	 Piano	 Pino	 Automóvil	 Control de videojuegos
 Escoba	 Computadora portátil	 Sombrero	 Canasta	 Margarita

¿Cuál es tu definición de "Tecnología"?

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Ingeniería – Etapa Reafirmar

