



Programa de acción
en el ámbito del
aprendizaje permanente



Le-MATH

Aprendiendo matemáticas a través
de nuevos factores de comunicación

Directrices para el método MATHeatre

Para Profesores y Estudiantes

ES





Programa de acción
en el ámbito del
aprendizaje permanente



Le-MATH

**Aprendiendo matemáticas a través
de nuevos factores de comunicación
2012-2014**

www.le-math.eu

526315-LLP-2012-CY-COMENIUS-CMP



Directrices para el método MATHeatre

**Enseñando y aprendiendo matemáticas a través de
actividades de comunicación matemáticas**



Directrices para Profesores y Estudiantes

Contribuciones para la preparación de estas Directrices

La guía es el resultado del trabajo colaborativo de todos los Socios para el desarrollo del Proyecto Le-Math, a saber los siguientes:

Organización coordinadora

Cyprus Mathematical Society (CY - Gr. Makrides, A. Philippou, C. Papayiannis, A. Charalambous, S. Christodoulou) along with 12 partners from Cyprus, Greece, Bulgaria, Romania, Austria, Sweden, France, Spain, Czech Republic, Belgium and Hungary.

Organizaciones asociadas

Thales Foundation of Cyprus (CY-A. Skotinos, P. Kenderov, E. Christou, L. Zeniou-Papa, C. Christou), **Charles University in Prague-Faculty of Education** (CZ-J. Novotna, A. Jancarik, K. Jancarikova, J. Machalikova), **Loidl-Art** (AT-H. Loidl), **VUZF University** (BG-S. Grozdev), **“CALISTRAT HOGAS” National College Piatra-Neamt** (RO-N. Circu, L-M Filimon), **Lyckeskolan** (SE-M. Manfjard Lydell), **LEOLAB** (ES-M. Munoz, B. Dieste, E. Cid), **Junior Mathematical Society Miskolc** (HU-P. Kortesi), **European Office of Cyprus** (BE-CY-R. Strevinioti, D. Tsikoudi, C. Katsalis), **Collège Saint Charles, Guipavas** (FR-K. Tréguer, E. Guéguen, E. Darees, C. Kervenec), **National Technical University of Athens, Institute of Communication and Computer Systems** (GR - K. Karpouzis, A. Christodoulou), **Com2go Ltd** (CY-G. Economides, N. Nirou, V. Cherninkov).

Contactar con el coordinador

Gr. Makrides at makrides.g@ucy.ac.cy, thales@usa.net

Tel.: (+357) 99641843

www.le-math.eu, www.cms.org.cy, www.thalescyprus.com



INDICE DE CONTENIDOS

OBSERVACIONES GENERALES		<i>Página</i>
Sección G1	Introducción	6
Sección G2	¿Cuál es el objetivo de MATHeatre?	9
<hr/>		
PARTE A	METODOLOGÍA – THE STATE OF THE ART	
Sección A1	Ventajas específicas para profesores	14
Sección A2	Estableciendo metas y objetivos para el aprendizaje	27
Sección A3	Aplicando nuevas Teorías en nuevas prácticas	31
Sección A4	El enfoque teatral	38
Sección A5	Uniendo el escenario teatral con plan de estudios de matemáticas	44
Sección A6	Mejorando las competencias matemáticas	70
Sección A7	Motivación y MATHeatre	75
Sección A8	Habilidades de comunicación y MATHeatre	81
Sección A9	Competiciones-Eventos y MATHeatre	92
<hr/>		
PARTE B	MATHeatre Y COMPETENCIAS MATEMÁTICAS	
	Contenido matemático y ejemplos – Integración de MATHeatre en el proceso de aprendizaje	95
Sección B1	Ejemplos/Ilustraciones del uso de MATHeatre fuera de una clase normal de matemáticas	97
Sección B2	Ejemplos/Ilustraciones del uso de MATHeatre en el contexto de una clase normal de matemáticas	100
<hr/>		
	REFERENCIAS	129
<hr/>		
	HERRAMIENTAS / MATERIAL DE APOYO DISPONIBLE	133
<hr/>		
MT-Herramienta 1	Manual Le-MATH de Buenas Prácticas	
MT-Herramienta 2	Video de ejemplo de obras teatrales MATHeatre	
MT-Herramienta 3	Manual de Guiones para MATHeatre	
MT-Herramienta 4	Historias Matemáticas para teatro	
<hr/>		
	ANEXOS	134
Anexo 1	Análisis de Guiones MATHeatre (Sólo versión en inglés)	<i>Anexo 1</i> 0
Anexo 2	Historias Matemáticas para el Análisis Teatral (Sólo versión en inglés)	<i>Anexo 2</i> 0



NOTAS GENERALES

Sección G1

Introducción

En la propuesta del proyecto Le-Math, se especifica que una parte importante de sus resultados es la preparación de unas Directrices para Profesores que les ayudará a desarrollar sus competencias usando actividades teatrales como un medio que mejorará la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

De forma más específica, estas Directrices se encargan del desarrollo de una metodología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de la creación de una herramienta llamada MATHeatre la cual consiste en proveer los fundamentos para “enseñar y aprender matemáticas a través de actividades teatrales”.

Esta herramienta tendrá como beneficiarios finales los profesores y alumnos de matemáticas de nivel escolar y se espera proporcionar un contexto que pueda ser ofrecido como un curso de formación continua a profesores que enseñan matemáticas a alumnos de edades comprendidas entre los 9 a 18 años.

En el proyecto Le-Math, se especifica que este Método (MATHeatre) incluye el desarrollo de material y metodología de enseñanza de muestra para enseñar matemáticas a alumnos de 9 a 18 años de edad usando guiones teatrales especialmente diseñados con las matemáticas como tema principal para aprender con un enfoque directo o indirecto. El método incluye el desarrollo de unas directrices para profesores sobre cómo diseñar escenarios teatrales matemáticos, cómo aplicarlos y motivar a los alumnos y cómo organizar festivales o competiciones teatrales para promover el interés de los alumnos en participar y, a través de esa participación, aprender, comprender y apreciar las



matemáticas. Parte de la metodología es desarrollar habilidades comunicativas y creatividad.

Estas Directrices proporcionan un marco de trabajo que mejorará las habilidades de los profesores para permitirles adoptar una nueva herramienta de enseñanza para ellos mismos y una nueva herramienta de aprendizaje para los alumnos. A través de dicha herramienta, los alumnos serán estimulados a comunicar ideas matemáticas con un nuevo enfoque, a comprender diversos conceptos, procesos e ideas que tienen contexto matemático, dejarse llevar por la filosofía e historia de las matemáticas, reflexionar en las características de los pioneros en el área y a desarrollar la moral, estética y valores que son inherentes a la asignatura.

A través de estas Directrices, se espera de los beneficiarios llegar a estar familiarizados con alguno de los aspectos del estado actual del sector. Entre estos se incluyen algunos elementos esenciales con respecto a:

- ¿Cuáles son los objetivos de las Matemáticas y cómo puede el enfoque MATHeatre ayudar (o cómo puede ser de ayuda el enfoque MATHeatre)?
- ¿Cuáles son algunos de los aspectos fundamentales sobre el fondo teórico en relación a la utilización de MATHeatre como un enfoque de aprendizaje?
- ¿Cuáles son los modelos/enfoques/ejemplos en el uso de actividades de MATHeatre como medio de apoyo para aprender/enseñar?
- ¿Cuál puede ser la práctica al integrar las actividades MATHeatre en la enseñanza? Además, estas Directrices pueden ser de valor para profesores a la hora de diseñar escenarios para enseñar/aprender. Entre estos, podríamos esperar el desarrollo de competencias para la mención y el diálogo sobre temas tales como:
- El profesor o los estudiantes desarrollan un guión para una obra teatral basada en ideas matemáticas teniendo como objetivo la motivación y la mejora de las habilidades de comunicación en el contexto de la educación matemática de los alumnos.



- El profesor o los estudiantes desarrollan/adaptan un guión para una obra teatral basado en un libro existente, historia, obra teatral o un guión relacionado con el ámbito de la historia, conceptos o pioneros matemáticos, etc., buscando como objetivo la motivación, comprensión, reflexión o mejora de las habilidades en el contexto de la educación matemática de los alumnos.
- El estudiante desarrolla una obra o actúa en ella usando un escenario que le ayudará a explicar un concepto matemático, presentarlo a sus colegas estudiantes o a otras personas no expertas en el tema.
- Los estudiantes participan actuando en una obra o atendiendo a una representación teatral como medio de aprendizaje de una idea matemática, proceso, concepto u otro medio relacionado con los valores educativos del tema.

A través de estas Directrices, se espera desarrollar las aptitudes de los profesores para **Implementar/Aplicar actividades/escenarios MATHeatre para enseñar/aprender**. Entre estas aptitudes, se espera proveerles de oportunidades para hablar y debatir temas tales como:

- El profesor reconoce y usa (en el contexto de una clase normal de matemáticas o en el contexto de otras actividades del plan de estudios o extra curriculares) actividades/ escenarios/obras MATHeatre teniendo como objetivo la motivación y mejora de diversas habilidades matemáticas en el contexto de la educación matemática de los alumnos.
- El profesor identifica y usa actividades/escenarios MATHeatre en el ámbito de la historia de las matemáticas, ideas y pioneros en el tema, teniendo como objetivo el introducir a los estudiantes o enriquecerlos en su experiencia matemática.
- El profesor identifica y usa actividades/escenarios/obras teatrales MATHeatre en el ámbito de las matemáticas, teniendo como objetivo el ayudar a explicar o comprender un concepto matemático, proceso u otras ideas a los estudiantes.

Finalmente, se espera que las Directrices proporcionen a los profesores cierta información en relación con **la organización/participación en festivales/competiciones de actividades MATHeatre relacionadas con las matemáticas**.



Sección G2

¿Cuál es el objetivo de MATHeatre?

La Unión Europea identifica las Matemáticas como uno de sus pilares básicos para el desarrollo y en sus objetivos para la estrategia Europa 2020 se refieren a la importancia de la promoción de esta asignatura. Además, es útil acentuar que entre los objetivos de esta estrategia está el reducir el índice de abandono escolar de las escuelas. Así que cualquier acción que contribuya hacia estas metas es obviamente un plus en la consecución de los objetivos de la UE.

En la propuesta de este proyecto, se declara explícitamente que MATHeatre se dirige a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de actividades teatrales matemáticas.

En vista de esto, se justifica decir: “¿Sobre qué base podemos afirmar que hay alguna evidencia o incluso alguna probabilidad de que se consiga este objetivo?”

En las líneas siguientes, hay varios argumentos y consideraciones que llevarán a adoptar la idea de que este objetivo se puede alcanzar. Estos argumentos están basados en las ventajas y beneficios de las actividades teatrales en asociación con los objetivos y creencias relacionados tanto con el aprendizaje de las matemáticas como con los principios que apoyan este aprendizaje. Además, existen algunos hallazgos en investigación que justifican la reivindicación de que las actividades teatrales pueden contribuir a ello de manera positiva. Claramente estas asociaciones apoyan el sentimiento general que tenemos de que las actividades teatrales pueden participar en el aprendizaje de las matemáticas ya que proporcionan un foro para la motivación, la mejora de las habilidades de comunicación y ayudan a la resolución de problemas.

Los Objetivos de las Matemáticas

El mundo entero da énfasis a la educación matemática al considerar las metas y procesos que están relacionados con el tema. En casi todos los países se hacen esfuerzos en emplear reflexiones interesantes que fomentarán el aprendizaje de la asignatura. Por ejemplo, el Gobierno de Alberta en Canadá enfoca las



matemáticas aprendiendo y enseñando a nivel escolar de una manera única, creativa e intuitiva sugiriendo un amplio conjunto de características relacionadas con su aprendizaje activo. Sentimos que una presentación simple de estas ideas dará una justificación concreta para lo que vamos a analizar más adelante.

Estas son:

i. Creencias en relación a los estudiantes y su aprendizaje matemático

Los estudiantes aprenden al adjuntar significado a lo que hacen y necesitan construir su propio significado de las matemáticas. A todos los niveles, los estudiantes se benefician de trabajar con una variedad de materiales, herramientas y entornos cuando construyen significado sobre nuevas ideas matemáticas.

El entorno de aprendizaje debería valorar y respetar la diversidad de experiencias de los estudiantes y maneras de pensar para que ellos mismos se sientan cómodos asumiendo riesgos intelectuales, haciendo preguntas y planteando conjeturas.

Los estudiantes necesitan explorar situaciones de resolución de problemas para desarrollar estrategias propias y llegar a ser instruidos en matemáticas. Deben darse cuenta que es aceptable resolver problemas de diversas maneras y de que una variedad de soluciones pueden ser aceptables.

Además se identifica que:

ii. Objetivos para estudiantes

Los objetivos principales de la educación matemática son preparar a los estudiantes para:

- solucionar problemas
- comunicar y razonar matemáticamente
- hacer conexiones entre matemáticas y sus aplicaciones
- llegar a ser instruidos en matemáticas
- apreciar y valorar las matemáticas
- tomar decisiones informadas como personas contribuyentes a la sociedad.



Los estudiantes que han logrado estos objetivos:

- obtienen un conocimiento y valoración del papel que tienen las matemáticas en la sociedad
- muestran una actitud positiva hacia las matemáticas
- se involucran y perseveran en la resolución de problemas matemáticos
- contribuyen a discusiones sobre matemáticas
- arriesgan en la realización de tareas matemáticas
- exhiben curiosidad sobre las matemáticas y situaciones que involucran matemáticas.

Los profesores pueden ayudar a los estudiantes a conseguir estos objetivos desarrollando una atmósfera en clase que fomente una comprensión conceptual a través de:

- asumir riesgos
- pensando y reflexionando de manera independiente
- compartiendo y comunicando conocimiento matemático
- resolviendo problemas en proyectos individuales y en grupo
- buscando un conocimiento más amplio de las matemáticas
- apreciando el valor de las matemáticas a lo largo de la historia.

Un papel importante para conseguir estas metas está asociado a algunos Procesos Matemáticos principales. Estos son aspectos fundamentales del aprendizaje, realización y comprensión de las matemáticas. Los estudiantes deben enfrentarse con estos procesos de manera regular según aprenden matemáticas para conseguir los objetivos de la educación matemática. De acuerdo con estos principios se espera de los estudiantes:

- usar la comunicación para aprender y expresar sus conocimientos
- hacer conexiones entre ideas matemáticas, otros conceptos en matemáticas, experiencias diarias y otras disciplinas.
- demostrar soltura en estimaciones y matemáticas mentales



Sección G2 - ¿Cuál es el objetivo de MATHeatre?

- desarrollar y aplicar nuevos conocimientos matemáticos a través de la resolución de problemas
- desarrollar razonamiento matemático
- seleccionar y usar la tecnología como una herramienta en el aprendizaje y la resolución de problemas
- desarrollar habilidades visuales para ayudar en el procesado de información, establecer conexiones y resolver problemas.

El estudio de estos principios lleva a la justificación y la utilidad de adoptar el enfoque teatral como uno de los medios que pueden contribuir al conocimiento de las matemáticas. Esta justificación se mantiene si consideramos que ciertamente un enfoque teatral se relaciona inmediatamente con habilidades de comunicación, de resolución de problemas, de razonamiento y demás.

Más aún, la Alianza Americana para la Educación Teatral indica en su página web que:

“El Arte Dramático Mejora el Rendimiento Académico”

Varios estudios han demostrado una correlación entre la participación en arte dramático y el éxito académico. Además de tener puntuaciones escolares estandarizadas más altas que sus colegas que no han experimentado con las artes, los estudiantes que han participado en obras teatrales advierten un incremento en su comprensión de lectura, tienen mejores registros de asistencia y están más involucrados en la escuela que sus colegas que no están involucrados en las artes. Las escuelas con programas integrados con artes, incluso en zonas de bajo nivel económico, presentan un elevado éxito académico.

Los Estudiantes de Arte Dramático Superan a sus Compañeros sin cursos de arte en los Exámenes SAT (Exámenes Estandarizados de Acceso a la Universidad)

El Comité de Examen de Entrada a la Universidad presentó un informe de puntuaciones escolares de los años 2001, 2002, 2004 y 2005 utilizando datos del Cuestionario de Descripción del Estudiante indicando la participación en diversas



actividades, incluyendo las artes. Comprando con sus colegas sin cursos de artes o involucrados en ellas:

- *Los estudiantes involucrados en arte dramático puntuaron una media de 65.5 puntos por encima en componente verbal y 35.5 puntos más alto en componente matemática de los SAT.*
- *Los estudiantes que participaron en cursos de estudios o comprensión dramática registraron una media de 55 puntos más alta en verbal y 26 en matemáticas que sus compañeros de clase de cursos sin artes.*
- *En 2005, los estudiantes involucrados en representación teatral superaron la puntuación media nacional del SAT en 35 puntos en la parte verbal y 24 en la sección matemática.*

Asistencia

La investigación indica que la participación en las artes incrementa el compromiso del estudiante y fomenta una asistencia constante y que los índices de abandono escolar están relacionados con los niveles estudiantiles de implicación en las artes.

- *Los estudiantes considerados de alto riesgo de abandono del instituto citan el arte dramático y otras clases de arte como sus motivaciones para quedarse en la escuela.*
- *Los estudiantes que participan en clases de arte tienen 3 veces más posibilidades de ganar un premio en asistencia escolar que aquellos que no.*

Estos argumentos apoyan la idea de que hay evidencias de que el principal objetivo de este proyecto es alcanzable. Es en este espíritu que estas directrices están colocando una base justificable para promover esta idea, mientras sigamos los pasos básicos que serán presentados en las próximas secciones.



PARTE A: METODOLOGÍA - THE STATE OF THE ART

Sección A1: Ventajas específicas para profesores



Desde tiempos antiguos, los grandes matemáticos han usado habilidades retóricas para comunicar sus conocimientos.

A través de la retórica y el fórum, compartieron su conocimiento y permitieron la difusión de grandes teorías: el comercio permitió difundir el acceso a una gran cantidad de conocimiento. A través del teatro, podemos imaginar hacer lo mismo, ya que el teatro posibilita construir este proceso de diseminación desde cero.

También la puesta en escena de conceptos y personajes permitirá a los estudiantes comprender mejor conceptos que a menudo parecen abstractos. Para un profesor de matemáticas, incorporar el teatro en sus clases está lejos de ser algo natural. Los miedos son lógicos. Es una cuestión de cambiar la práctica habitual establecida en las clases matemáticas ordinarias. Incluso a pesar de que las relaciones entre el



profesor y los alumnos se enriquecen, el profesor se convierte en director, ¡y eso ya es una diferencia notable! ¡Esta guía está hecha para aliviar todos esos miedos, dar a los profesores el deseo de empezar esta aventura!

La idea no es cambiar completamente a los profesores su manera de educar; sólo es abrir la puerta a cómo integrar, de vez en cuando, el teatro en sus sesiones o talleres de trabajo.

Se explicarán ahora las principales nociones técnicas sobre el teatro para poder llevar a cabo los diferentes proyectos.

Ventajas

Las ventajas de la introducción del arte dramático en las prácticas de la enseñanza son numerosas. Ciertamente, las técnicas teatrales son usadas a menudo en situaciones pedagógicas o socio-culturales especiales como el aprendizaje de una lengua extranjera, el desarrollo personal o para aumentar el entusiasmo en un grupo, así que ¿por qué no en una clase de matemáticas?

La universalidad de las matemáticas permite a cada profesor de matemáticas usar este método como una herramienta para tener éxito en la enseñanza de su asignatura. Nuestro objetivo en esta guía es presentar una metodología que permita su uso cuando se quiera introducir actividades teatrales en vuestras clases o talleres.

Esta metodología es igualmente la que los participantes de la “competición Le-Math Theater” deberán seguir para disputarla.

Serás capaz de escribir tus propios guiones o usar ya escritos como los que aparecen aquí incluidos.

También están incluidos criterios para examinar a los estudiantes en esas actividades y para la competición.

Usar el teatro en las matemáticas presenta muchos retos interesantes para la clase. ¡¡El profesor se convierte en director de escena!!



De esta manera, podemos crear una dinámica en el grupo donde cada estudiante pueda intercambiar ideas, aportar, escuchar y compartir, con el placer de trabajar juntos.

Cada estudiante puede también desarrollar una conciencia socio-cultural, autonomía, una mente abierta, imaginación, creatividad y auto-descubrimiento con la ayuda del profesor y aprender a enfrentarse con la experiencia de actuar en público y mejorar su autoconfianza y autoexpresión.

El teatro refuerza la noción de compartir. La aceptación de la autoridad se integra en marco lúdico.

Las instrucciones dadas son más fácilmente aceptadas, ya que el convertirse en un director de escena tiene un impacto real en los estudiantes. “¡Silencio! ¡A escena!” es efectivo, ¡sólo hay que probarlo!

La creación de situaciones comunicativas y un intercambio real (trabajo preparatorio inicial en clase, ensayos, producción final, la representación misma y el debate que sigue tras la actividad) alrededor de un tema matemático, como un pretexto para usar un lenguaje en particular, pueden ser practicados en un contexto teatral.

Los estudiantes aprenderán a sacar a relucir, liberar y mejorar la fluidez en su discurso, desarrollar su capacidad de memorizar durante los ensayos y les permitirá pensar y razonar usando el lenguaje de las matemáticas, presentando este tema de manera menos “ajena” al trabajar en él intensamente.

Este acercamiento consolidará el aprendizaje, permitiendo trabajar en el ritmo, la melodía y entonación, los sonidos y tonalidades, aprendiendo en general y, especialmente para los chicos más jóvenes, habrá mejoras en la atención, concentración y en el escucharse los unos a los otros.

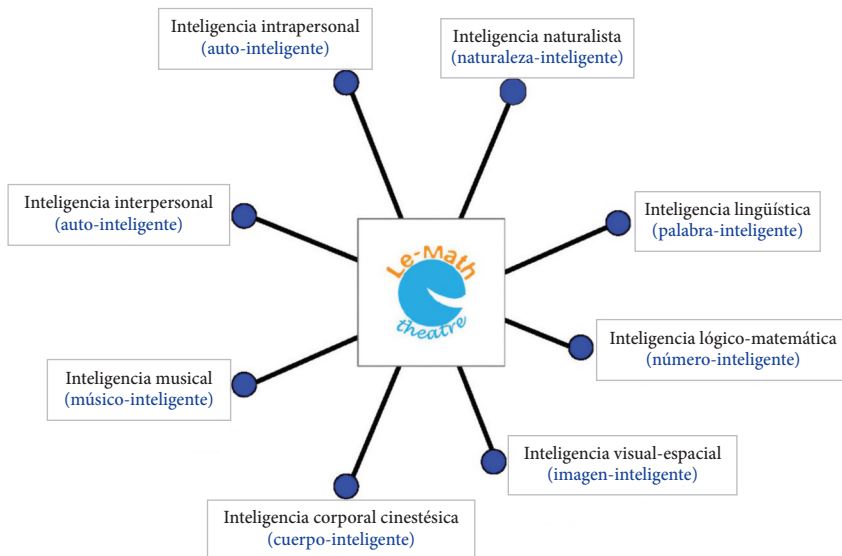
El teatro es un arte que combina, entre otras cosas, música, danza y comedia y conduce al descubrimiento de trabajos relacionados, control de sonido, iluminación, montaje de escenarios, vestuario, maquillaje ...



Inteligencias Múltiples y el arte dramático

En 1983, Howard Gardner, Profesor en la Universidad de Harvard, publicó su libro “Estructuras de la mente” en el cual desarrolla su teoría de la inteligencia múltiple.

Sugiere que cada uno tenemos diversos tipos de inteligencia, por los cuales mostramos de manera natural más o menos capacidad. Son ocho en total:



Las clases tradicionales de matemáticas traen consigo necesariamente inteligencia lógico-matemática, que quiere decir la habilidad de razonar en el ámbito geométrico o numérico por igual, calcular y manejar cifras, números y formas geométricas.

Otro tipo de inteligencia es a menudo apartada o de hecho olvidada. Sin embargo, usando este conocimiento desechado por los estudiantes, permitiría una mejor comprensión para los de bajo rendimiento y un deseo de invertir más a través de la estimulación positiva de su motivación intrínseca.

Desde el punto de vista pedagógico, mezclando el arte dramático con las matemáticas nos permite ofrecer atender a todos los tipos de inteligencia:



- **Lógico-matemática:** el contenido matemático trabajado en el entorno de la clase y procesado en la obra teatral, puede ser profundizado después de ella. Es más, estas habilidades también se necesitan en la elaboración del guión, la obra.
- **Espacial:** reconocimiento de la noción de espacio en el montaje de la obra. El movimiento de los mismos estudiantes durante la representación, el reconocimiento por parte de los estudiantes de su propia posición en el espacio así como la de sus compañeros.
- **Cinestésica:** cuando los estudiantes actúan, representan un personaje o un símbolo matemático. El concepto se graba en sus mentes a través de los movimientos ejecutados por sus propios cuerpos.
- **Lingüística:** El trabajo empieza con la escritura del guión o el estudio de uno ya hecho. En ambos casos, el lenguaje es una manera de darse a entender así que debe ser trabajado, adaptado a la audiencia y perfeccionado ya que es la herramienta de comunicación, la base de toda la obra.
- **Interpersonal:** Una relación entre el estudiante y el profesor. Debates entre los estudiantes durante el desarrollo del guión, la elaboración de la obra, comentarios sobre la actividad. El trabajo en grupo mejora el intercambio, la comunicación.
- **Intrapersonal:** El estudiante como individuo tiene que razonar por sí mismo sobre la idea estudiada para entenderla, memorizar su texto y realizar sus propios ensayos antes de los de todo el grupo.
- **Musical:** Podría tratarse de una obra musical, o hay música o canciones en la obra. Más aún, durante la representación, la musicalidad está presente en la modulación de la voz, el volumen, el ritmo y la velocidad del habla, las cuales son necesarias para la claridad y la amabilidad de la obra.
- **Naturalista:** El decorado puede hacer imaginar a los estudiantes que están en una pradera, cerca del mar o en un bosque, todo está en su imaginación y la utilización del teatro lo permite.

Además, incluso más importante... ¡el placer, el juego!



La parte de entretenimiento se promueve para disminuir el efecto de las limitaciones en el aprendizaje. El primer y principal interés debe ser el placer y el entretenimiento y no tanto el aprendizaje.

El placer que obtendrán de actuar las matemáticas a través de obras teatrales o actividades, incrementará su motivación intrínseca a aprender, memorizar y vice-versa (Nicolaidou&Philippou, 2003) y tendrán la tendencia a ser más persistentes en la resolución de problemas matemáticos en adelante (Lepper&Henderlong, 2000).

Las actividades teatrales crean un estado de relajación concentrada, favoreciendo mejor aprendizaje.

Sin embargo, debemos tener cuidado: el arte dramático no es una solución milagrosa, si no en primer lugar y principalmente, una herramienta lúdica y artística para el aprendizaje, la cual puede tener un importante efecto en sus logros matemáticos.

Esta es la razón por la cual los profesores deben tener en cuenta los siguientes puntos para poder tener éxito en esta tarea:

¿Cómo tratar con la heterogeneidad de los grupos?

La mayoría de los alumnos están contentos de realizar actividades teatrales. Sin embargo, puede suceder que ese mismo entusiasmo no sea compartido por todos:

Hay dos tipos de estudiantes (extrovertidos o introvertidos) que tener en cuenta: los estudiantes que fallan en matemáticas o que han estado sufriendo un bloqueo a largo plazo en este tema durante mucho tiempo o simplemente están desmotivados por el tema; y después están los estudiantes exitosos que están interesados en las matemáticas o que tienen facilidad para las ellas.

Para el primer grupo, este nuevo método les permitirá acercarse a las matemáticas de manera divertida, utilizando otras cualidades personales en lugar de solamente su potencial matemático, de acuerdo con las inteligencias múltiples.



El segundo grupo puede que no vea el objetivo de este nuevo acercamiento ya que son exitosos en esa materia. Hay un riesgo de que tengan una actitud negativa e incluso podrían llegar a ser hostiles hacia esta nueva práctica. Sin embargo, necesitan ser convencidos de que la utilidad de este método es expresar conceptos matemáticos, verbalizarlos, explorarlos de un modo completamente distinto y contar esas nociones a la audiencia, interpretando la base del aprendizaje a una mayor profundidad.

En ambos casos, el disfrutar es el medio de lograr el objetivo (Inteligencias Múltiples: interpersonal y trabajo de equipo en todas la fases). El placer de compartir con los otros estudiantes, aprender juntos (ensayos) y finalmente actuar juntos (la obra); se crea un entre los estudiantes intenso vínculo pero también entre los profesores y los alumnos, una situación única apreciada por ambos lados.

Puede haber estudiantes que se resistan a esta técnica: estudiantes a los que no les guste el teatro, que sean demasiado tímidos o que tengan otras razones para rechazar el ser actores: miedo a hacer el ridículo, miedo a ser juzgado o miedo a engañar a los otros aprendices.

Estos pueden ser aún involucrados en otros papeles importantes sacando a relucir sus puntos fuertes, como ofrecer soporte técnico, escribir, dirigir, vestuario, escenario, maquillaje, etc.

¿Cómo tranquilizar a los profesores más reacios?

El objetivo de estas actividades no es necesariamente que deban ser llevadas a cabo de manera continua a lo largo de todo el año; puede que sean solo una vez o que se realicen como un taller de trabajo donde no se esté limitado por el plan de estudios.

A veces, los profesores tienen miedo de perder su precioso tiempo de enseñanza y de que no tendrán calificaciones para sus estudiantes. En esta guía, encontrarás criterios que ayudarán a evaluar a tus estudiantes si fuera necesario, así el tiempo puede ser utilizado para trabajar de una manera distinta.



Además, algunos países ya han cambiado su manera de evaluar: hasta el momento, los profesores evalúan el conocimiento y las habilidades de los estudiantes de acuerdo con “el núcleo común de conocimientos y habilidades”, por lo tanto, necesitan también tener alguna información que es a menudo difícil de observar en las clases tradicionales y este tipo de actividades les permiten calificar a los estudiantes de manera más efectiva, por ejemplo en habilidades sociales y cívicas, autonomía, iniciativa ...

Algunos profesores pueden igualmente preocuparse de su propia falta de entrenamiento o experiencia en este tipo de prácticas: el miedo a no ser capaz de mantener la coherencia entre las clases de matemáticas y los objetivos o las lecciones de apoyo y el teatro, y un miedo a salir del marco clásico de enseñanza o perder su papel de estar al cargo.

Estos son problemas relacionados con el tratar el tema del teatro en su totalidad. Sin embargo no es necesario dominarlo perfectamente para usar sus técnicas, pero sí es importante ser capaz de manejar un grupo de personas y los problemas a ello asociados. Además, ¡los profesores son perfectamente capaces de hacerlo!

Puede haber diferentes problemas con los que enfrentarse, a parte de los que estamos acostumbrados en clase: mucho ruido, alboroto, entusiasmo por parte de los más jóvenes. Puede haber dificultades en manejar niveles de ruido y se necesitan implementar nuevas tácticas. Algunos instructores de arte dramático usan el lenguaje de signos: alzando y moviendo las manos para evitar ruido en la clase. El aplauso es una parte importante de la obra ya que es la forma que tiene el público de interactuar.

Los profesores tendrán que calmar a los estudiantes más ruidosos y alentar a aquellos que son más tímidos y necesitamos estar seguros de nuestra habilidad de realizar dicho proyecto para el interés de todos los implicados.

Así, ¿qué calificaciones se necesitan para empezar con esta práctica teatral?

Ciertamente es una ventaja si el instructor ha tenido experiencia teatral, pero no es un requisito necesario. La mayoría de la gente ha visto o ha leído al menos una obra teatral.



No es tan difícil para el profesorado llegar a ser actor o director de escena: nosotros, los profesores, ¡somos como actores en escena desde el momento que entramos en nuestra clase! Tenemos nuestro público y debemos convencerle de la verdad de nuestro conocimiento usando la retórica, teatro, etc. De la misma manera que famosos matemáticos, pensadores o filósofos lo han hecho durante siglos...

El papel del profesor es crear una atmósfera divertida y favorable para el juego, calmar a los estudiantes y animarles a su participación. El profesor necesita inculcar un sentido de respeto mutuo, establecer una atmósfera sin juicios dónde la humildad y el colectivismo son tan necesarios como el dejar desarrollar la imaginación.

De los más reacios a los más motivados, veamos cómo podemos integrar el teatro en nuestras prácticas matemáticas y dirigir a nuestros estudiantes a incrementar la comprensión y el interés por el tema.

Distintos tipos de actividades teatrales

Es posible montar una actividad teatral en las clases de matemáticas de diversas maneras, dependiendo de los objetivos, pero también del número de sesiones que el profesor use para el trabajo.

Descubrir un concepto nuevo

Preparar una actividad teatral puede ayudar al profesor a introducir un nuevo concepto. De esta manera, el profesor puede preparar una actividad de descubrimiento que permita a los estudiantes familiarizarse con dicho nuevo concepto.

Los papeles de obra son apropiados para explicar métodos matemático donde cada estudiante tiene un papel específico en el juego, por ejemplo fracciones propias o impropias y números mixtos, simplificación de fracciones (Pope S., 2012) o resolución de ecuaciones (Muniglia M., 1994).



*Una actividad teatral componiendo ecuaciones lineales
(Collège Saint-Charles, Guipavas, Francia)*

Gerofsky (2011) afirma que “todo el grupo de improvisación teatral en un escenario 'como si...' involucra a los estudiantes a través de envolventes modos de conocimiento emocional y contextual”.

El uso del teatro en la enseñanza de las matemáticas implica la actuación, la cuál es cualitativamente similar a la espontanea representación de un papel de obra por parte de un niño. Pallascio y Lajoie (2001) estudian la representación de papeles como una herramienta eficiente para hacer a los estudiantes activos en determinadas situaciones.

El objetivo de las actividades teatrales, similar a la interpretación de papeles cuando se usa en contextos de enseñanza, es conducir a los estudiantes-actores y otros estudiantes-espectadores a aprender algo de la situación dada. Cuando se dramatiza un concepto matemático, los alumnos usan expresiones faciales, interpretación, improvisación, etc. Trabajan en grupos y mejoran su conocimiento de las matemáticas a través de escribir guiones y representando la obra teatral.

La actividad se desarrolla antes de las clases. Su duración relativamente corta.



Una actividad teatral sobre el algoritmo de simplificación de fracciones

Profundizar en un concepto

El uso de una actividad teatral se puede realizar igualmente tras estudiar un concepto, siguiendo a la teoría y a los ejercicios prácticos clásicos. Representar una obra o escribir un guión es una buena manera de dominar un concepto. El profesor debe decidir cuánto tiempo se le debe otorgar a la actividad.

Preparando una actividad corta

El profesor puede escoger una actividad como una obra corta y rápida, un sketch. Esta se puede realizar al final de una sesión de trabajo. El sketch puede hacerse con un pequeño número de estudiantes y se desarrolla en la clase y necesita poco o ningún material. Se centra en un único concepto.

El profesor puede pedir a los estudiantes representar mediante un juego de interpretación las distintas nociones estudiadas. Los alumnos pueden trabajar en pequeños grupos y preparar un pequeño sketch en clase durante el tiempo que lleva la lección. Esta actividad puede ser útil a los estudiantes para comprobar su buen entendimiento de dicha noción.



“La leyenda del número 10”, Colegiul National Coriolan Brediceanu, Rumanía, 1er lugar, categoría de 9 a 13 años en la competición MATHeatre 2014

Preparando una actividad más larga

Una obra teatral es un modo excelente de dominar un concepto. El profesor puede organizar un proyecto anual o bianual. Se pueden disponer de una o más sesiones por semana para el taller de arte dramático. Esto podría enfocar un contenido matemático más amplio. El tema de la obra puede ser la historia de un matemático (o más de uno) y el pretexto de desarrollar descubrimientos matemáticos, combinando varios conceptos durante el año y podría ser una excelente oportunidad para trabajar a la par con otras disciplinas, por ejemplo, educación física, lengua... Esto permitiría a los estudiantes reactivarse, volver a invertir en su habilidad de síntesis, su conocimiento. Al final del año, el espectáculo puede ser representado como una recompensa a su inversión.

Según Martin Andler, marzo del 2014, algunas soluciones para combatir el declive de los estudiantes en matemáticas, la falta de motivación por el tema y la reducción del personal en los sectores de matemáticas (resultados PISA 2012, Qué saben y pueden hacer los estudiantes - OCDE), son hacer las clases de matemáticas menos



Sección A1 - Ventajas específicas para profesores

teóricas y abstractas. Dar significado al aprendizaje del estudiante, cambiar su frecuente conducta pasiva por una activa, trabajar en grupo, trabajar en multidisciplinas, poner a las matemáticas en perspectiva a través del contacto con la investigación, aplicaciones en la vida real, pero también con el Arte. Además, se conoce al Arte por ser un camino muy rico y popular: las emociones pueden ser sentidas, expresadas y tener un papel principal en el aprendizaje porque promueven la memoria a largo plazo. Es más, abren a los estudiantes a áreas de libertad donde atrapar sus deseos, sus destinos, lo que a cambio les ayudará a desarrollar su autonomía.

El proyecto MATHeatre tiene muchos de estos valores y puede dar a los estudiantes un acercamiento alternativo al aprendizaje matemático. Incrementando su motivación intrínseca, permitiéndoles sentirse implicados en su aprendizaje y sobre todo, cambiar su modo de pensar sobre las tradicionales clases de matemáticas.



Sección A2: Estableciendo metas y objetivos para el aprendizaje

El tema de motivar a los estudiantes se ha convertido en una preocupación básica para los educadores de matemáticas en diversos países. La motivación de los estudiantes ha llegado a ser especialmente relevante para la educación matemática Europea a la luz de los permanentes desafíos de cómo contribuir a la visión de la Unión Europea de alcanzar un alto grado de desarrollo económico y científico.

Para el profesor, utilizar los métodos de MATHeatre es un reto para poder incrementar la motivación intrínseca del estudiante. La motivación y la actitud positiva hacia las Matemáticas en general son como un disco duro interno que lleva a los alumnos a seguir un rumbo de acción. Existe una amplia investigación sobre el papel que juegan las actitudes y la motivación en el aprendizaje matemático. Los hallazgos muestran que actitudes positivas y motivación están relacionadas con el éxito en el aprendizaje. Desafortunadamente, la investigación no puede señalar exactamente cómo la motivación afecta el aprendizaje. Es decir, no sabemos si es la motivación la que produce un aprendizaje exitoso o un aprendizaje exitoso lo que mejora la motivación.

A pesar de que se considera a las matemáticas como una faceta en la teoría de la inteligencia (Gardner, 1999; Sternberg, 1985), los estudios de investigación han demostrado la necesidad de los estudiantes de tener acceso a contenidos matemáticos avanzados (Johnson & Sher, 1997) y la exposición a auténticos y desafiantes problemas matemáticos (Johnson, 1993; Kolitch & Brody, 1992).

Sin embargo, los planes de estudios de matemáticas y la aproximación didáctica son a menudo inapropiados por la altamente repetitiva naturaleza de los cursos y su falta de profundidad (Johnson & Sher, 1997; Kolitch & Brody, 1992; Park, 1989; Westberg y otros, 1993). Así, existe una fuerte necesidad de investigar sobre los diversos tipos de experiencias educativas que deberían proveerse para la participación en profundidad de los estudiantes, un proceso de enseñanza participativo, al igual que una investigación en el uso de herramientas tecnológicas que puedan mejorar el aprendizaje de manera eficaz y apropiada.



El plan de estudios matemático que incluye el método MATHeatre debería atraer a los profesores y estudiantes a trabajar de manera colaborativa (Tomlinson y otros, 1995). Los estudiantes se beneficiarán enormemente, tanto de manera académica como emocional, de este tipo de experiencia. Aprenderán los unos de los otros, fortaleciéndose mutuamente y ayudando a superar dificultades. Los estudiantes con talento aprenden mejor en un ambiente educativo emocionalmente seguro, centrado en los alumnos y que estimula la investigación y la independencia. Los estudiantes menos aventajados se pueden beneficiar igualmente, porque la forma de aprendizaje cooperativo puede llevar a cambiar su actitud hacia las matemáticas; la comprensión será más sencilla, más profunda, ya que verán las entrañas de un problema matemático, llegarán a ser parte del mismo; participarán en las soluciones; estarán involucrados primero emocionalmente y después intelectualmente con el contenido matemático de las clases.

El plan de estudios matemáticos debería acentuar el razonamiento matemático y desarrollar habilidades experimentales independientes (Niederer & Irwin, 2001). Por ejemplo, esto se puede observar usando resolución de problemas y aprendizaje de descubrimientos, involucrándose en programas especiales de matemáticas, descubriendo fórmulas, buscando patrones y organizando datos para encontrar relaciones. Las actividades deberían ayudar a los estudiantes a desarrollar una investigación estructurada y desestructurada, reforzar la categorización y las habilidades de síntesis, desarrollar hábitos de estudio eficientes y animarlos a involucrarse en cuestiones divergentes.

El plan de estudios matemático que incluya MATHeatre debería ser flexible (partiendo de la base de una valoración del conocimiento y habilidad de los estudiantes). Partes del plan de estudios adecuadas que contengan las herramientas de comunicación matemática desarrolladas por el proyecto LE-MATH deben promover el aprendizaje y el crecimiento auto-iniciado y auto-dirigido. El contenido, al igual que las experiencias de aprendizaje, puede ser modificado a través de la aceleración, compactación, variedad, reorganización, ritmo flexible y el uso de conceptos más avanzados o complejos, abstracciones y materiales.

Enfoques del tipo descubrimiento-aprendizaje, basados en la investigación, que enfatizan problemas con final abierto con diversas soluciones o múltiples caminos a esas soluciones, son extremadamente efectivos. Los estudiantes pueden diseñar



sus propios métodos para encontrar respuestas a preguntas complejas. Una efectiva técnica instructiva para estudiantes con mente abierta que promueve el aprendizaje auto-iniciado y auto-dirigido es el uso de situaciones a-didácticas. En la “Teoría de las Situaciones” G. Brousseau (1997), las situaciones a-didácticas tienen tres fases: fase de acción, fase de formulación y etapa de validación.

La fase de acción corresponde a las matemáticas en la realidad y consiste en hacer correctamente las estrategias decisivas en una situación concreta. La fase de formulación consiste en encontrar un código de comunicación para comunicar la estrategia que se está usando. Finalmente, la situación de validación es la cual los participantes deciden quien ha conseguido encontrar la estrategia óptima. Para contestar a esta pregunta, los estudiantes tienen que formular “teoremas en acción” que permitan la optimización de posibles soluciones. Así, desde un punto de vista pedagógico, el “juego” toma un papel crucial. El estudiante aprende a moverse de la fase de acción a la negociación pública (en clase y sin la intervención directa del profesor) de todas las estrategias posibles (los teoremas en acción). El profesor prepara las situaciones a-didácticas y permanece como el árbitro de las normas que necesitan ser respetadas. Todas las fases son manejadas directamente por los estudiantes.

Plan de Estudios en Escuelas Europeas

El plan de estudios nacional de cada país establece los requisitos legales de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y provee de información para ayudar a los profesores a implementar matemáticas en sus escuelas. El plan de estudios nacional se encuentra en el corazón de nuestras políticas para elevar los estándares. Dispone un derecho de aprendizaje legal, claro y completo para todos los alumnos. También determina como se evaluará e informará su rendimiento. Un plan de estudios nacional efectivo, por lo tanto, da a los profesores, estudiantes, padres, empresarios y a la comunidad en general un conocimiento claro y común de las habilidades que los jóvenes obtendrán en la escuela. Permite a los colegios conocer las necesidades individuales de aprendizaje de los alumnos y desarrollar un carácter distintivo y una moral enraizada en sus comunidades locales. Provee un marco en el que todos los socios de la educación pueden apoyar a jóvenes en



el camino de un aprendizaje posterior. Conseguir un Plan Nacional de Estudios correcto presenta difíciles elecciones y equilibrios.

Debe ser lo suficientemente robusto para definir y defender el núcleo de conocimiento y de experiencia cultural que es derecho de cada alumno y a la vez suficientemente flexible en lo temporal para dar a los profesores miras para construir enseñanza a su alrededor de maneras que mejoren su presentación a los alumnos. El foco de este Plan Nacional de Estudios, junto con el más amplio plan escolar, está por lo tanto centrado en asegurar que los alumnos desarrollan desde temprana edad la instrucción básica y las habilidades numéricas que necesitan para aprender; proveerles de un derecho al aprendizaje garantizado, pleno y completo; fomentar su creatividad y dar a los profesores criterios para encontrar las mejores maneras de inculcar en sus alumnos la alegría y el compromiso de aprender aquello que durará para toda una vida.

Cada uno de los países europeos ha desarrollado su propio plan basado en mayor o menor medida en los principios del Plan Nacional de Estudios. Más adelante intentamos dar tantos detalles como sea posible sobre tópicos en matemáticas frente a la aplicación de los métodos de MATHeatre tal como se dan o se encuentran por los países participantes en el proyecto.



Sección A3: Aplicando nuevas Teorías en nuevas prácticas

Las matemáticas son una forma de razonamiento. El pensamiento matemático consiste en pensar de una manera lógica, formulando y examinando conjeturas, dando sentido a las cosas y formando y justificando juicios, inferencias y conclusiones. Demostramos comportamiento matemático cuando reconocemos y describimos pautas, construimos modelos físicos y conceptuales de fenómenos, creamos sistemas de símbolos para ayudarnos a representarlos, manipularlos y reflejarlos en ideas, e inventamos procedimientos para resolver problemas (Battista, 1999).

Durante las últimas décadas las matemáticas han llegado a ser una asignatura donde los estudiantes debían memorizar formulas, aplicarlas para obtener un resultado numérico y resolver una gran cantidad de ejercicios. Si el estudiante era capaz de aprender el algoritmo y aplicarlo ¿se consideraba exitoso a ese estudiante? El pensamiento crítico se apartaba a un lado y la comunicación de las matemáticas se limitaba a las instrucciones del profesor. Para cambiar esta actitud se necesitan importar nuevas prácticas en las escuelas matemáticas.

La expresión “la mejor práctica” se adoptó de las profesiones de medicina, abogacía y arquitectura, donde “buena práctica” o “la mejor práctica” son frases diarias para describir el trabajo sólido, respetable y de vanguardia en esas áreas. Si un profesional sigue la normativa de mejores prácticas, está al tanto de la investigación que se está llevando a cabo y ofrece de manera constante a los clientes todos los beneficios de los últimos conocimientos, tecnología y procedimientos. Si un doctor, por ejemplo, no sigue las normativas contemporáneas de medicina y un caso resulta acabar mal, los compañeros de profesión puede criticar sus decisiones y tratamientos diciendo algo como “simplemente esa no fue la mejor práctica” (Zemelman, Daniels, Hyde 2005).

El pobre rendimiento en matemáticas de los estudiantes de los EE.UU. puede retroceder hacia atrás al método utilizado para enseñar matemáticas en el nivel de primaria. El foco se centra en problemas específicos y no en construir los fundamentos necesarios para comprender matemáticas de un nivel superior. Estos



fundamentos sólo pueden ser construidos con un programa de matemáticas que enseñe conceptos, habilidades y resolución de problemas (Daro, 2006).

El movimiento de reforma en la educación matemática puede retrocederse hacia atrás en el tiempo hasta mediados de los ochenta y fue como respuesta al fallo de los métodos tradicionales de enseñanza, el impacto de la tecnología en el plan de estudios y a la aparición de nuevos enfoques hacia el estudio científico de cómo se aprende matemáticas. Fue básico para el movimiento de reforma un enfoque cimentado en normativas de enseñanza matemática de “el qué y el cómo” (Battista, 1999).

En las nuevas matemáticas, el foco está orientado hacia la resolución de problemas, el razonamiento matemático, la justificación de ideas, dar sentido a situaciones complejas y, de manera independiente, aprender nuevas ideas. Los estudiantes deben de ser provistos de oportunidades para resolver problemas complejos, formular y examinar ideas matemáticas y extraer conclusiones. Deben ser capaces de leer, escribir y debatir sobre matemáticas, usar demostraciones, dibujos y objetos del mundo real y participar en debates formales matemáticos y lógicos. (Battista, 1999). Las normas del proceso se organizan alrededor de las áreas de resolución de problemas, razonamiento y demostración, comunicación, conexiones y representaciones (Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas, 2000).

Implícito en este movimiento de reforma se encuentra un conjunto de presunciones básicas sobre la enseñanza y las prácticas escolares. Primero, todos los estudiantes deben tener una oportunidad de aprender nuevas matemáticas. Segundo, todos los estudiantes tienen la capacidad de aprender más matemáticas de lo que tradicionalmente hemos asumido. Tercero, nuevas aplicaciones y cambios en la tecnología han variado la importancia institucional de algunos conceptos matemáticos. Cuarto, nuevos ambientes institucionales pueden ser creados a través del uso de herramientas tecnológicas. Quinto, un aprendizaje significativo de las matemáticas es el resultado de un compromiso decidido e interacción basado en experiencias previas (Romberg, 2000).

Para conseguir que los estudiantes cambien su actitud hacia las matemáticas, debe llevarse a cabo una enseñanza práctica.



Características esenciales de una clase de matemáticas basada en normas efectivas incluyen:

- Clases diseñadas a destinarse a conceptos o habilidades específicas basadas en estándares
- Actividades de aprendizaje centradas en el estudiante
- Lecciones orientadas hacia el análisis y la resolución de problemas
- Pensamiento crítico y habilidades de aplicación de conocimientos
- Tiempo, espacio y materiales adecuados para llevar a cabo tareas
- Evaluación continua, variada, diseñada para evaluar tanto el progreso del estudiante como la efectividad del profesor (Teaching Today, 2005a).

La aplicación de un plan de estudios de matemáticas basado en estándares trae consigo algunos retos especiales. Además de asegurar que los estudiantes están involucrados de manera activa, los profesores deben adherirse a las siguientes directrices:

- Crear un ambiente seguro donde los estudiantes se sientan cómodos
- Establecer procedimientos y rutinas claras
- Ofrecer tanto retos como apoyo
- Usar grupos cooperativos asignados cuidadosamente y bien manejados.
- Hacer conexiones con la vida real cotidiana
- Usar un plan de estudios integrado
- Proporcionar experiencias educativas atractivas que sean de interés para los estudiantes
- Presentar actividades donde los estudiantes producen y comparten resultados (Teaching Today, 2005b).

El objetivo de enseñar matemáticas es ayudar a todos los estudiantes a comprender conceptos y usarlos enérgicamente. Los estudiantes deben desarrollar un verdadero conocimiento de conceptos y procesos matemáticos. Deben llegar a ver y creer que las matemáticas tienen sentido, que se pueden comprender y ser



útiles para ellos. Pueden llegar a estar más seguros de su propio uso de las matemáticas. Profesores y estudiantes deben llegar a reconocer que el pensamiento matemático es parte de la habilidad mental de todos y no está reducido a unos pocos dotados (Zemelman, Daniels, Hyde, 2005).

Muchos años de investigación han mostrado que comprender el modo en que funcionan las matemáticas, aumenta la capacidad para aprender, recordar y aplicar matemáticas.

Cinco procesos entrelazados construyen el conocimiento matemático. Enseñar para un conocimiento conceptual significa ayudar a los estudiantes a construir una red de ideas interconectadas. Los profesores proporcionan experiencias para los estudiantes en las cuales éstos se involucran de manera activa a través de los siguientes procesos fundamentales:

- Estableciendo conexiones
- Creando representaciones
- Usando pruebas de razonamiento y desarrollo
- Comunicando ideas
- Solucionando problemas (Zemelman, Daniels, Hyde, 2005).

Los logros de los estudiantes de matemáticas mejorarán si los profesores usan de manera sistemática prácticas educativas basadas en la investigación para desarrollar tanto fluidez de cálculo como un amplio conocimiento de conceptos matemáticos involucrando a todos los estudiantes de manera regular y efectiva en las siguientes prácticas matemáticas:

- Ofreciendo Explicaciones – Los estudiantes explican cómo piensan sobre los significados de las ideas y el razonamiento matemático que utilizan para dar sentido a cálculos, problemas y/o ideas.
- Realizando Justificaciones – Los estudiantes usan el razonamiento matemático (de manera tanto inductiva como deductiva) para justificar por qué sus ideas o las de los demás son o no son válidas/correctas. Identifican definiciones matemáticas pertinentes y apropiadas para determinada edad, propiedades,



procesos, contra-ejemplos y/o generalizaciones establecidas para plantear un argumento robusto y lógico y demostrar precisión.

- Formulando conjeturas y generalizaciones – Los estudiantes hacen y prueban conjeturas y generalizaciones sobre la aplicación de ideas y procesos matemáticos propios y de los demás en casos generales, especiales y/o en diferentes contextos.
- Usando Representaciones Múltiples – Los estudiantes hacen, usan y conectan representaciones matemáticas múltiples – ecuaciones, descripciones verbales, gráficas, modelos concretos, tablas, situaciones diarias y diagramas – para “matematizar”, dar sentido, solucionar y/o comunicar sobre cuestiones, cantidades y relaciones en problemas e ideas.
- Participando en Metaconocimiento – Los estudiantes practican el metaconocimiento matemático reflexionando sobre:
 - Qué/cómo piensan sobre una idea matemática o problema
 - Desequilibrio, descubrimientos o “puntos de estancamiento” en su pensamiento
 - Modos en que se desarrolla su comprensión matemática
 - Ideas específicas o episodios de aprendizaje que influenciaron en su pensamiento.
- Haciendo Conexiones – Los estudiantes hacen y discuten conexiones entre sus conocimientos previos y el nuevo concepto matemático y las habilidades que están aprendiendo, entre sus pensamientos y las ideas de los demás, y entre las matemáticas que están aprendiendo y otros contextos/contenidos (Grupo de Desarrollo de Profesorado, 2010).

Una buena práctica para implementar todas estas nuevas ideas podría ser el teatro matemático. Una pequeña obra para enseñar matemáticas de alrededor de 20 minutos de duración, hará que la clase sea más interesante y permitirá un mayor aprendizaje por parte de los estudiantes. Estos serán capaces de explicar cómo piensan sobre el significado de las ideas y el razonamiento matemático que utilizan



para que esas ideas tengan sentido. Para muchos estudiantes, el estudiar conceptos matemáticos durante bastante tiempo les hace sentirse confundidos, especialmente si no son capaces de seguir los algoritmos. Sin embargo, con la obra teatral serán capaces de realizar conexiones entre conocimiento previo y nuevo y también entre las matemáticas y situaciones de la vida real. También crearán representaciones y moviéndose entre estas representaciones de conceptos matemáticos encontrarán los vínculos entre ellos. Debido a que establecer conexiones requiere razonamiento, se debe proporcionar dichas experiencias a los estudiantes.

Los profesores necesitan asegurarse de que los estudiantes ganan experiencia con una variedad de estrategias diferentes y son capaces de decidir cuándo usar cada una. Con las estrategias más poderosas, los estudiantes crean sus propias representaciones. Las estrategias estándar de buscar modelos y usar razonamiento lógico están generalizadas y son esenciales a la hora de hacer matemáticas. Debe animarse a los estudiantes a buscar esos patrones y usar el razonamiento lógico en cada problema. Pero a un nivel más específico, los estudiantes deben desarrollar capacidades con cinco estrategias críticas que están basadas en la creación de representaciones:

- Debatar el problema en pequeños grupos (representaciones a través del lenguaje)
 - Usar objetos didácticos (representaciones concretas y físicas)
 - Actuarlo (representaciones y sentido corporal – cinestésico)
 - Dibujar una imagen, diagrama o gráfico (representaciones visuales, pictóricas)
 - Crear una lista o una tabla (representaciones simbólicas)
- (Zemelman, Daniels, Hyde, 2005).

En matemáticas, los estudiantes deben ser animados y ayudados a comunicar sus ideas usando un amplio abanico de representaciones lingüísticas – hablando, escribiendo, leyendo y escuchando. Comunicación y reflexión van de la mano. Incluso a pesar de que los símbolos se usan para representar los aspectos más abstractos de las matemáticas, representan ideas que son desarrolladas y expresadas a través del lenguaje. El lenguaje oral – debatiendo, verbalizando pensamientos, “hablando matemáticas” para la mayoría de los estudiantes, la



mayor parte del tiempo, facilita en gran manera su comprensión (Zemelman, Daniels, Hyde, 2005).

MATHeatre también da la oportunidad a estudiantes de bajo rendimiento (EBR) llegar a ser miembros del grupo, hablar matemáticas y también comunicar ideas matemáticas. Algo que es imposible en una clase tradicional de matemáticas donde un EBR trata de pasar su tiempo con otras actividades como dibujar o jugar con el móvil.

En diversos países en Europa e igualmente en Australia, EE.UU. y otros, muchos profesores se han dado cuenta que algo no va bien con las clases tradicionales y están intentando aplicar nuevas prácticas en su enseñanza. Estas nuevas prácticas incluyen:

- Teatro matemático
- Competiciones matemáticas
- Diseño de carteles matemáticos
- Construcciones matemáticas
- Arte matemático
- Danza
- Música
- Historias matemáticas
- Escritura de guiones matemáticos, etc. Todas estas prácticas desarrollan un aprendizaje creativo en las asignaturas del plan de estudios y colocan al estudiante en el centro de la actividad.



Sección A4: El enfoque teatral

Cómo convertir a un profesor o a un alumno de matemáticas en un mini-director

El enfoque teatral exige una nueva perspectiva para el profesor y los estudiantes. Significa que tenemos que considerar a los socios en el proceso de aprendizaje como directores teatrales, escritores de escenarios, actores o representantes, gestores de escena, técnicos de luz y sonido, etc. Claramente en este nivel elemental no vamos a considerar todos los detalles del personal involucrado en una representación teatral profesional. Sin embargo, es útil utilizar tantas de las actividades, características, instalaciones, etc. empleadas bajo un enfoque profesional como sea posible, para que consigamos alcanzar el objetivo de MATHeatre, como se planteó con anterioridad. A continuación se presentan unos puntos que nos ayudarán en darnos cuenta de las ventajas de este enfoque.



El profesor-director: en este contexto el profesor, más allá de las formalidades del papel de director, comparte sus conocimientos y enseña, y ha estado haciendo eso mismo desde los tiempos más antiguos. En este papel el profesor, como un director, escucha y apoya, muestra y dirige. Sus estudiantes participan activamente y a través de constante comunicación, aprenden usando todo tipo de medios (lenguaje, imágenes, expresiones de la cara, etc.).



Nada de una clase normal ha cambiado. Aun así, uno se puede imaginar que incorporando el arte dramático y la representación en las prácticas pedagógicas facilitamos el aprendizaje, proveemos medios para la comunicación, explicaciones e involucración activa en el proceso de aprendizaje.

El profesor está en la clase como un director teatral. Por supuesto, da charlas, escucha y organiza la lección dando un enfoque didáctico al descubrimiento, aprendizaje y comprensión de conceptos, procesos y métodos.

El profesor-director permitirá a sus estudiantes estar activamente involucrados en su aprendizaje, vivir y experimentar matemáticas aplicando estrategias de comunicación a través de varios mecanismos teatrales que ayudarán a los estudiantes a una mejor comprensión de los conceptos que son estudiados a mayor escala, actuando en una escena virtual o real.

El profesor ayudará a sus estudiantes a mejorar en la capacidad de comunicar, de compartir, de confirmar hipótesis, argumentos y experiencias, gracias al arte dramático y de formalizar conceptos matemáticos a través de actividades teatrales.

El estudiante se convertirá el centro de su aprendizaje; será el actor de su propio proceso cognitivo y ganará confianza en sí mismo a través de su implicación personal e interacción con los otros compañeros de clase.

El estudiante será guiado en su aprendizaje matemático desarrollando tanto su conocimiento como sus habilidades. Además, debería ser dirigido a disfrutar del tema, darse cuenta de sus valores y entender de su importancia a través de actividades teatrales que se refieren a acontecimientos históricos y a hombres o mujeres matemáticos.

De las actividades teatrales se espera fomentar, promover, profundizar y consolidar el conocimiento del estudiante en la materia.

El profesor-director se asegurará, a través de las actividades teatrales involucrando a todos los estudiantes, de que puedan expresarse a sí mismos, encontrar su lugar en el grupo y participar en reflexiones, meditaciones o realizaciones de varios conceptos matemáticos, procesos o metodologías.

Cada estudiante será capaz de sentirse directamente interesado e involucrado en el proceso de aprendizaje participando o actuando en una obra teatral frente a un público.



El profesor garantizará un ambiente de trabajo seguro, de confianza mutua y de relaciones personales e intercambios constructivos y fructuosos.

El profesor tendrá que establecer probablemente “reglas de juego” que cada estudiante deberá cumplir para poder avanzar: escuchar a los otros, respetar sus puntos de vista y demás. Un tipo de *modus vivendi* que debe ser aceptado por todos.

Los estudiantes serán por supuesto actores pero también estarán atentos e interesados en los otros personajes que forman parte de la obra o representación. Todos apreciarán la implicación de los demás teniendo en mente las cualidades de cada uno.

El estudiante-actor descubrirá una nueva visión de las matemáticas con un compromiso hacia todo su ser, tanto física como intelectualmente.

Todo esto puede hacerse dentro de un ambiente de aprendizaje distinto, con pequeños ejercicios de improvisación, lectura en voz alta y pequeños juegos de dicción, gestos y movimientos que faciliten la comunicación y transferencia de significado en el mundo de las matemáticas.

El profesor probablemente tendrá que estar familiarizado con el mundo del arte dramático para llevar a cabo sus sesiones durante el curso. Por supuesto, parece interesante conocer los elementos básicos inherentes en el desarrollo de una obra teatral y en practicarlos en una representación.

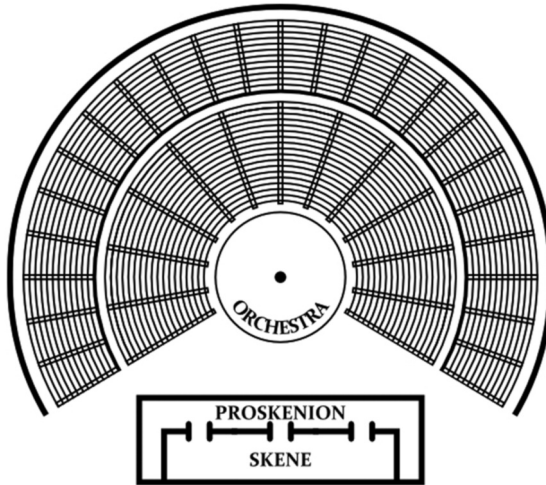
Más allá de ser un profesor-director, le será útil ser capaz de manejar el espacio, como diseñador de escena, diseñar el vestuario o ropa adecuada que refuercen los medios que van a ser el objetivo de su uso en el enfoque teatral. Debería también ser capaz de expresar las ideas que quiere trasladar escribiendo o identificando un guión relacionado con el tema que quiere enseñar. Para esto último, se espera que sea capaz de preparar en forma de diálogo, o identificar de la literatura existente o incluso adaptar, algún texto de tal manera que refleje el contenido y el significado de su lección.

Debe conocer mínimamente cómo funciona la escenografía como un auténtico director de arte dramático. Algún tipo de familiaridad con la escena será útil aunque se pueden adoptar pequeños arreglos dependiendo de la imaginación y creatividad de cada individuo.

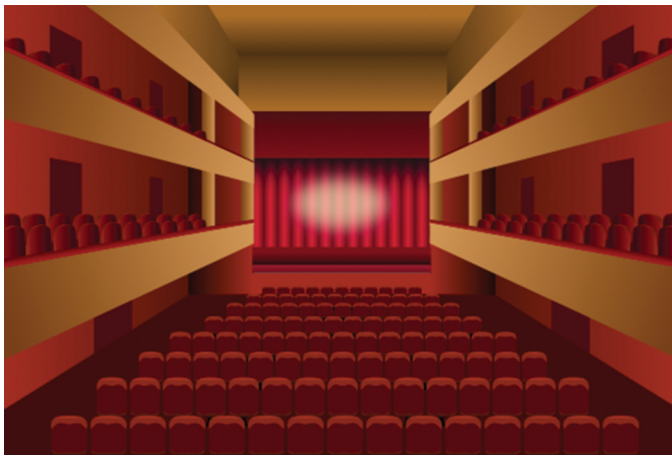
Cojamos un ejemplo de la antigüedad y después un sketch más moderno de una escena como nos propone André Degaine. Es interesante comprender la organización



de la escena, también parece interesante de hecho formalizar el espacio para colocar a un estudiante en una situación real de actuar. Puede ser como vemos en la antigüedad, en un semicírculo:



O de una manera más actual, en profundidad:



"Théâtre à la Française"



Y, de hecho, ¿por qué no utilizar esas mismas disposiciones en la clase?

Obviamente no se espera que en una clase corriente vayamos a tener esos espacios ideales. El profesor tendrá que diseñar y adaptar el espacio que le es disponible para que sea tan atractivo como sea posible, buscando crear el mejor entorno para sus esfuerzos y objetivos. El siguiente ejemplo es un acercamiento simple a la escena en una clase:



Un teatro es creado de forma sencilla, ¡la obra puede ser representada!

El plano de la escena es completamente libre. Además, podemos ver que el profesor es el mediador y se encuentra situado implícitamente en el centro de los debates.



El papel del director-profesor o cualquier otro facilitador para el desarrollo o representación de una obra teatral puede ser transferido a los propios estudiantes de manera gradual.

El arte dramático deja de manera innegable al profesor con libertad para diseñar su curso, su evento, ya que como escribió Víctor Hugo en „Faits et Croyances” (Hechos y Creencias): “Una obra teatral es alguien. Es una voz que habla, un espíritu que ilumina y una conciencia que advierte”.

El profesor-director estará satisfecho al descubrir a sus estudiantes bajo una nueva y diferente perspectiva mientras enseña matemáticas a través de la actuación. Para terminar, simplemente citaremos a una gran mujer: Ariane Mnouchkine:

“El arte dramático es el responsable de representar los movimientos del alma, del espíritu, del mundo, de la historia”.



Sección A5: Uniendo el escenario teatral con el plan de estudios de matemáticas

Evaluando/Adaptando/Escribiendo/Preparando una presentación/guión de MATHeatre con un contexto/estructura matemático/a

PARTE 1

El Arte Dramático en la Educación

Una manera original de aprendizaje es el arte dramático educacional. Es diferente de otras formas comunes de aprendizaje porque los estudiantes improvisan actuando en un papel teatral. El arte dramático es una poderosa herramienta educacional porque crea gran entusiasmo e inspiración entre los estudiantes. Esta es la conclusión de varios estudios fiables ^[1].

La forma artística del arte dramático se usa en estudiantes de todas las edades. Asocia consejos teatrales para mejorar todos los aspectos de la personalidad del estudiante tales como la evolución social, física, cognitiva y emocional. Es un modo multidimensional de conocimiento planeado para:

- a. Aumentar la auto-realización: mente y cuerpo y la cooperación e interacción con otra gente.
- b. Aumentar la claridad de expresión y creatividad en la comunicación.
- c. Ayudar a profundizar el entendimiento entre seres humanos, diversidad de puntos de vista, historia y cultura.

Se utilizan todos los elementos del teatro: decorados, iluminación, atrezzo, vestuario, etc. También, la música y el sonido son usados para enriquecer el juego del aprendizaje. La educación a través de las artes dramáticas se compone de un amplio abanico de materias y tipos de teatro: juegos de teatro de máscaras, actuación como payasos, pantomimas, marionetas, improvisación, escena dramática y melodrama.



El Arte Dramático en las Matemáticas

A las matemáticas se las encara como una asignatura sosa, solitaria, sin ningún tipo de belleza. La gente piensa que la respuesta a un problema matemático es correcta o errónea sin excepción. Los matemáticos no están de acuerdo con esta opinión. Creen que la matemática es un campo imaginativo de estudio y el arte dramático es muy útil para evidenciarlo.

En nuestros días el estudiante de una “asignatura cognitiva” llega a ser un “sujeto social” lo que significa que está principalmente afectado por su cultura e historia. Desde un punto de vista sociopolítico, la pregunta es cómo la educación matemática es beneficiosa en la vida de una persona.

La oferta de arte dramático ha sido estudiada en varias circunstancias: en procedimientos de resolución de problemas, en diversas formas de enseñanza, en actividades de comprensión, etc. Además, participar en las artes dramáticas educacionales permite a los estudiantes involucrados tener una experiencia articuladora. Se enfrentan al proceso de aprendizaje emprendiendo un papel que tiene que ver con problemas reales, así se les hace pensar de una manera realista sobre su papel, el problema en cuestión y la interacción con los co-aprendedores. De esta manera, desarrollan su pensamiento crítico y habilidades en la resolución de problemas mientras al mismo tiempo desentrañan su potencial creativo.

La comunidad internacional de artes dramáticas en la educación [3] declara que el arte dramático como herramienta puede ser usado a lo largo de todos los diferentes principales programas escolares. A pesar de esto, es más bien una novedad usar artes dramáticas para enseñar matemáticas. Los estudios muestran que se pone el foco sobre el conocimiento y comprensión de las matemáticas a través de la experiencia matemática que se supone que es buena para los estudiantes. Además, se sabe de hace tiempo [2] que el uso del arte dramático para enseñar matemáticas aumenta de manera significativa la comprensión de los estudiantes en comparación con la enseñanza con libros de texto. Al trabajar en improvisaciones en clase, los estudiantes reciben estímulos que empujan su imaginación, exploran diversas interpretaciones de un problema y aumentan más a fondo la comprensión de un concepto matemático.



Investigación y ejemplos de enseñanza matemática a través del arte dramático

I. El Proyecto “Transformación”, Reino Unido 1999-2003 ^[4]

Un proyecto “transformación” se llevó a cabo en colaboración con el Teatro Nacional y algunas escuelas primarias de Londres. Se llevó a cabo en 1999 y las escuelas seleccionadas estaban situadas en ciertas áreas del East End de Londres, una zona sinónima de teatro. El principal objetivo del proyecto era mejorar tanto las habilidades en letras y matemáticas como aumentar su confianza en ellos mismos.

Fue un proyecto que se prolongó durante tres años en el que el enfoque no fue del tipo habitual de colaboración entre escuelas y organizaciones de arte externas. En este caso, las escuelas tenían un papel principal en la decisión de cuáles debían ser los objetivos del trabajo.

El equipo trabajó con el mismo grupo de alumnos cada año, así que fue posible obtener un ejemplo representativo aceptable del proyecto.

Cada año las líneas generales para trabajar con los niños fueron similares y se terminó en dos periodos. En el primero, se llevaron a cabo una serie de talleres de trabajo dentro de las escuelas. En el segundo, cinco talleres de arte dramático fuera de las escuelas, distribuyendo trabajos en un ambiente más festivo.

Se estableció una colaboración armoniosa entre estudiantes, profesores y líderes de los talleres de trabajo. El equipo de proyecto incluía: personas con entorno académico en teatro con experiencia en arte dramático “aplicado”, personas que fueron entrenadas como intérpretes y actores con experiencia en talleres y personas que fueron cuenta cuentos profesionales e intérpretes de poesía. El equipo se completó con escritores, músicos, diseñadores, bailarines y otros especialistas.

La participación de los profesores varió de escuela en escuela, pero todos ellos aportaron importantes conclusiones sobre la naturaleza y calidad del trabajo según se realizaba. A medida que avanzaba el año, hubo algunos cambios en el personal y los líderes de los talleres. Por ejemplo, una escuela abandonó el proyecto tras el



primer año pero entonces otras dos se apuntaron. Sin embargo el núcleo principal de escuelas permaneció constante a lo largo de los tres años.

Todos los talleres se realizaron tomando en consideración el diferente rango de edades y distinto nivel de los participantes en lo que atañe a experiencia en arte dramático, teatro y pedagogía. Un taller incluía normalmente:

1. Bienvenida y breve resumen de reuniones anteriores.
2. Calentamiento (por ejemplo actividades que incluyen formar un círculo y presentarse a sí mismo, añadiendo también alguna información divertida sobre uno mismo que los otros tienen que recordar; como una ciudad que visitaste el año anterior y empieza con la misma letra que tu nombre).
3. Juegos Teatrales (por ejemplo el conocido juego “bomba y escudo” que ayuda a los participantes comprender el espacio que tienen que utilizar y ¡han sido usados igualmente por comunicadores científicos para dar ejemplos de la teoría del caos a estudiantes de secundaria! Este juego hace moverse a todo el mundo de manera aleatoria por el espacio disponible y a cada participante se le pide en secreto escoger dos miembros del grupo para ser uno una “bomba” y el otro un “escudo”. Entonces intentan caminar por el lugar evitando a la “bomba” o poniendo al “escudo” entre la “bomba” y ellos. El resultado es un movimiento completamente aleatorio alrededor del espacio disponible).
4. Trabajo en Parejas (por ejemplo, una persona cuenta pequeñas historias, como un típico día de camino a la escuela. El otro compañero entonces vuelve a contar la historia por imitación, usando la exageración y el humor en la presentación).
5. Escritura “automática” la cual incluye escoger palabras relacionadas con temas específicos y agruparlas para hacer frases. Después, se usan las frases favoritas de todas ellas para crear una obra teatral instantánea que será representada durante la clase.

Los indicadores de impacto del proyecto incluían si los objetivos educativos específicos establecidos por las escuelas se consiguieron y también recogieron la experiencia más ampliamente tanto en lo concierne a lo artístico como al desarrollo



personal y a aspectos culturales. Los estudiantes durante el proyecto realizaron visitas a las siguientes representaciones profesionales: El Patito Feo, My Fair Lady y South Pacific, una nueva experiencia para muchos de los alumnos.

Durante los tres años del proyecto parecía haber un considerable aumento en la auto-confianza del alumno, en su destreza en la presentación, fluidez en lenguaje y matemáticas, y en su habilidad para participar en las revisiones de grupo con sus compañeros. Antes de llegar a conclusiones se tomaron igualmente en consideración la edad y el aumento de la madurez en los estudiantes durante los años del proyecto. Las comparativas con escuelas de control con similares entornos familiares reflejaron una habilidad en matemáticas significativamente distinta.

II. Arte Dramático y Enseñanza Matemática – EE.UU. 2001^[5]

El siguiente texto (en cursiva) es un artículo escrito por el Profesor Mark Wahl de la Escuela de Educación de la Universidad John Hopkins en Washington D.C. En su texto, el profesor Wahl describe de un modo vívido y lleno de colorido su propia experiencia en el uso del arte dramático como una herramienta educativa para la enseñanza de las matemáticas. Se presenta aquí porque incluye muchas técnicas y consejos para realizar álgebra y cálculo, dos temas difíciles de ser visualizados o dramatizados, pero divertidos de ser presentados usando la imaginación y técnicas teatrales.

Mi uso del lado “personal” de los números para la enseñanza retrocede en el tiempo a cuando estuve trabajando en mi tesis de matemáticas. Ésta requería la investigación de pruebas complejas en las mustias revistas matemáticas de la biblioteca de la Universidad de Maryland. Normalmente, mientras investigaba sobre una incomprensible fórmula durante horas, descendía gradualmente a ese primer estado de sueño conocido como hipnagógico, donde extraños episodios, como ensoñaciones, causan a la gente despertar con una sacudida.

En mis sueños, las entidades matemáticas que estaba estudiando comenzaban a tomar vida al estilo de Alicia en el País de las Maravillas, convirtiéndose en gente con atributos matemáticos. Así, los números negativos se convertían en personajes negativos; las potencias hacían “viajes de potencia” y todos estaban intentando hacer “operaciones” complejas en los demás. Había un episodio clave con



personajes intentando solucionar una situación problemática. Mientras me involucraba emocionalmente en esa obra, me despertaba; los detalles se disipan rápidamente pero con un sentimiento fugaz de haber observado una compleja “telenovela”.

En mis muchos años de matemáticas guiando a estudiantes de todas las edades, me he dado cuenta de que esta “novela” reaparece a trozos cuando busco metáforas y conexiones que expresan conceptos matemáticos. Por ejemplo, cuando se enseña la adición y sustracción de números enteros negativos, especialmente a preadolescentes, encuentro que los estados de ánimo son la mejor metáfora. Un estado de -9 es bastante gruñón mientras que un $+20$ es eufórico.

La expresión $-7 - (-2)$ describe a una persona comenzando con un estado de ánimo de -7 , recibe un piropo que le quita (subtrae) -2 (dos negativos) de su estado y ahora está en un estado de -5 . Después, los estudiantes pueden usar el atajo mnemotécnico de que dos guiones juntos, es decir, un $- (-)$ pueden entrecruzarse en una forma $+$, haciendo la expresión llegar a ser $-7 + 2$. Sin un desarrollo conceptual o el modelo de estado de ánimo, sin embargo, un estudiante no se quedará con una “corazonada” de porqué la respuesta a $-7 - (-2)$ debe ser -5 .

Continuando con el acercamiento profesional, hablo de dos “países” diferentes, el País de la Multiplicación y el País de la Suma. En el País de la Multiplicación, hay factores que multiplican, pero hay otras cosas que suceden ahí como la división, potencias y raíces cuadradas. En el País de la Suma, solo acontece la suma y la resta. El Cero es el “nadie” del País de la Suma porque se acerca, se junta con otro número y este número ni siquiera piensa que algo ha pasado. Solamente se encoge de hombros y se marcha sin ser modificado. Sin embargo, si el cero se coge unas vacaciones y se va al País de la Multiplicación, ¡cuidado! ¡Se siente muy poderoso y aniquila a cualquiera que entre en contacto con él! Por otro lado, el Uno es el “nadie” del País de la Multiplicación. Cuando marcha al País de la Suma, al menos puede causar a los números cambiar ligeramente.

La expresión “5 elevado la cero” significa que hay cero factores llamados 5. Esto sucede en el País de la Multiplicación, así que la ausencia de factores, cuando no



sucede nada, nos da el nadie del País de la Multiplicación, el Uno. Cuando “no sucede nada” debemos representarlo ahí con el 1.

La mayoría de los aprendices piensan que “5 a la potencia 0” debería dar como resultado cero, el nadie del País de la Suma, pero “5 a la potencia 0” no tiene ni una pizca del País de la Suma en él. (Desde luego, hay razones matemáticas por las que “5 a la potencia 0” debería ser 1, pero una charla “dramatizada” como esta ayuda al estudiante a esperar el concepto adecuado).

Un último ejemplo (entre muchos posibles) del uso de referencias personales y arte dramático para hacer conceptos numéricos con sentido y que se puedan recordar, es la simple enseñanza de hechos en relación con la suma. Me gusta hablar a menudo del “pez gordo” o “gobernante” o “rey” de nuestro sistema numérico. Algunos niños no creen que sea el número más importante el País de los Números. Les digo, “¿Cómo averiguáis quien es, o ha sido, muy importante en una nación? Miráis a las monedas o los sellos.” Si estáis todos en el País de los Números, miráis atentamente a los números. Veréis que a duras penas hay un número entero que le falte a menudo esa marca. Hay números como dieciséis (significando diez y seis) y sesenta significando “seis decenas” y 6 (siendo uno de los exactamente números de un dígito) y cien (significando diez decenas).

¿Cómo se siente el 9? (casi importante). Podríamos describir al 9 como “Hambre de 1”. Así que cuando se encuentra con el 7 le dice “¿Cómo te parecería ir a dar una vuelta con un diez?” El siete dice “¡Guau!, ¡Por supuesto!” El 9 dice “Sólo tienes que hacer un sacrificio. Debes renunciar a uno y ser un 6”. El 7 dice, “¡Merece la pena!” y entrega un 1, y juntos son dieci-seis (diez y seis). La moraleja de esta historia es que cuando el 9 se encuentra con cualquier número en el País de la Suma (incluso con el 47) pide un uno y se convierte en un diez.

De la manera en que lo veo, la utilización del arte dramático en la comunicación de las matemáticas es una manera de llamar a la puerta de las inteligencias intrapersonal e interpersonal para su enseñanza.



III. Arte dramático educacional: ¿Una herramienta para promover el aprendizaje?, Australia 2013^[6]

Se presenta aquí este ejemplo, a pesar del hecho de que trata sobre el arte dramático como herramienta educativa de marketing, por dos razones: primera, esta clase de marketing incluye muchos elementos matemáticos y las técnicas presentadas son útiles para la enseñanza de las matemáticas y en segundo lugar, este es un ejemplo para usar el arte dramático con estudiantes adultos, lo cual es un tema aún de controversia, como contraposición a ese punto de vista que declara que a los estudiantes más mayores no les gusta participar en actividades teatrales. Por el contrario, el estudio refleja un resultado positivo del uso del arte dramático como herramienta educativa para un grupo de mayor edad.

Además, las potenciales diferencias demográficas en la percepción del arte dramático educacional pueden ser medidas en un segundo nivel. Ocurre que el arte dramático educativo es una forma de aprendizaje altamente efectiva para todos los participantes.

Educación dramática - convenciones

Las convenciones en el arte dramático son métodos usados para llevar a cabo el proceso de la educación dramática. Se describen como modos de interactuar imaginativamente y mezclar tiempo, espacio y presencia para servir los propósitos del arte dramático mientras se experimenta con distintos tipos de teatro. Estas convenciones se pueden clasificar en cuatro grupos principales:

1. Construyendo el contexto

Aquí el esfuerzo se centra en preparar el escenario y añadir información y contexto para desarrollar la obra, ya sea en el control de sonido o definiendo ejercicios espaciales.

2. Acción narrativa

Hace referencia a la historia, las consiguientes acciones, el tiempo, el cambio de guión, etc. Ejemplos de ejercicios incluyen reuniones o narraciones tipo un-día-de-tu-vida.



3. Acción poética

Esto significa la parte simbólica de la obra, a través de un uso intenso de expresiones cuidadosamente seleccionadas y lenguaje tales como teatro participativo o mímica.

4. Acción reflexiva

Ésta define el pensamiento interno que forma el contexto dramático siendo el ejemplo más intenso la narración reflexiva o incluso de voces en la cabeza. El “coro” en las antiguas obras griegas tenía este papel en el contexto de la representación.

La metodología convencional del arte dramático educacional difiere de la tradicional interpretación de un papel por varias razones. Se centra en el mismo proceso y no en la exhibición final; esto significa que los participantes lo usan para aprender y no para demostrar ciertas habilidades que han conseguido. Trabajan activamente en una variedad de tareas como investigación, planeamiento y presentación. El profesor o instructor no está aquí para dar respuestas ya preparadas ni decir a los participantes qué hacer o qué van a aprender.

Todos los estudiantes improvisan y no hay guión disponible. De este modo, el mismo comienzo puede llevar a diferentes resultados en grupos distintos. La creación de papeles pone un especial énfasis en ello y se anima a los estudiantes a descubrir su propia voz y personalidad.

Sin embargo, la diferencia más importante es la contextual. Cuando se usan convenciones, el contexto es el elemento más importante. Lo que se dice y hace está formado por las situaciones en las que nos involucramos, comprendiendo el comportamiento humano en varias circunstancias.

La tradicional interpretación de un papel funciona normalmente con práctica y ensayo previo de habilidades ya enseñadas. En este caso, los estudiantes tratan de imaginar qué persona diría o haría algo en una situación concreta y son usados manierismos típicos como la apariencia, voz y demás, mientras que en la obra dramática tienen la experiencia de ellos mismos colocados en una situación específica.



Beneficios esperados del arte dramático educacional

Treinta y dos estudiantes de carrera participaron en diversos tipos de convenciones dramáticas en este estudio y los resultados de las ventajas de esta metodología incluyen imaginación y apoyo en la confianza, libertad de expresión, aplicación de ideas, pensamiento crítico y aprendizaje profundo.

Las desventajas señaladas incluyen la necesidad de largas horas de dedicación y dudas de la idoneidad del método para todas las asignaturas enseñadas pero en general los estudiantes encontraron que las ventajas eran mayores que los inconvenientes.

Se encontró también que los estudiantes describían altos niveles de motivación y un fuerte sentido del realismo. A mayores, resaltaron que escuchar distintas e inesperadas opiniones de gente en diversos papeles había sido un valor añadido y les hizo tener la mente más abierta. Atrezo, vestuario y música teatral también añadieron su parte a la experiencia.

Resultados concretos de aprendizaje del estudio

1. Tomar conciencia de cuestiones importantes de marketing y su impacto
2. Crear reconocimiento del papel de la investigación en el marketing
3. Desarrollar habilidades como aprendices y profesionales
4. Dominar habilidades de comunicación avanzadas
5. Practicar en la escritura de artículos en revistas populares de marketing
6. Pensar y deliberar cuestiones.

Conclusiones

Las siguientes gráficas reflejan el análisis del resultado de esta investigación donde los estudiantes encontraron la metodología en cuestión (el arte dramático) ser una poderosa herramienta educativa, especialmente en comparación con otras más convencionales como las típicas clases o lecciones. También les ayudó a mejorar la presentación, escritura, comprensión, trabajo conjunto y habilidades en la toma de decisiones.



Sección A5 - Uniendo el escenario teatral con plan de estudios de matemáticas

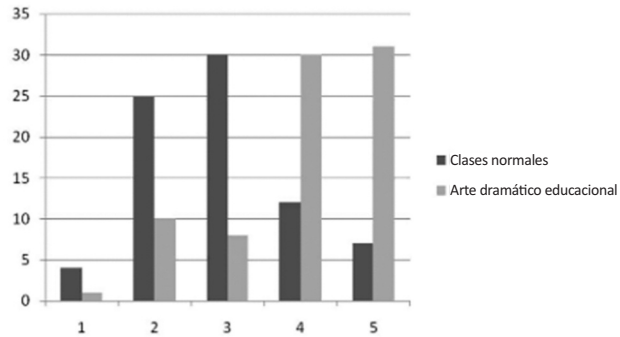


Figura 1: Visión de los encuestados de cuánto aprenden cuando se usa arte dramático educacional o con clases normales como método de aprendizaje.

Nota: escala de respuestas: 1= nunca aprende nada, 5 = siempre aprende mucho.

Variable	Media	Desviación estándar
Habilidades de comunicación		
“Hacer arte dramático educacional me ha ayudado a desarrollar mis habilidades en presentación” (Presentación)	3.6	0.643
“Hacer arte dramático educacional me ha ayudado a desarrollar mis habilidades en escritura” (Escritura)	2.6	0.819
Aprendizaje		
“El arte dramático educacional me ayuda a entender conceptos teóricos” (Teoría)	3.3	0.569
“El arte dramático educacional ayuda a entender problemas complejos” (Comprensión)	3.1	0.640
“Aprendo mucho cuando se utiliza el arte dramático educacional” (Método de aprendizaje)	3.2	0.844
Habilidades sociales		
“Hacer arte dramático educacional me da confianza en expresar mis opiniones” (Confianza)	3.3	0.740
“Hacer arte dramático educacional me ha ayudado a desarrollar mis habilidades de trabajo en equipo” (Trabajo en equipo)	3.6	0.644
Mundo Real		
“El arte dramático educacional ilustra cómo funcionan los negocios/marketing en el mundo real” (Real)	3.5	0.577
“El arte dramático educacional me ayuda a entender cómo se hacen las decisiones en los negocios” (Decisiones)	3.2	0.612

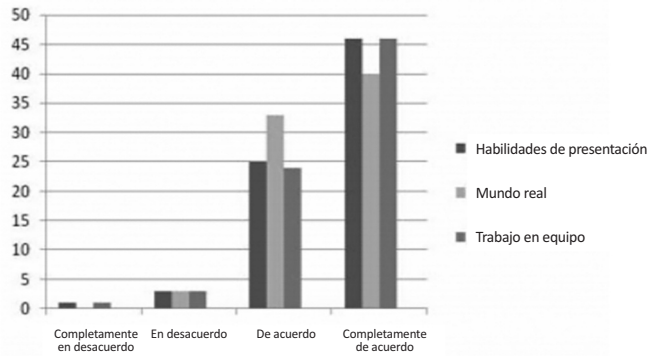


Figura 2: Percepciones de los encuestados sobre la naturaleza de lo que aprenden cuando el arte dramático educacional es el método de aprendizaje.

Nota: Las declaraciones usadas fueron “Hacer arte dramático educacional me ha ayudado a desarrollar mis habilidades en presentación”, “El arte dramático educacional ilustra cómo funcionan los negocios/marketing en el mundo real”, “Hacer arte dramático educacional me ha ayudado a desarrollar mis habilidades de trabajo en equipo”.

Escenas Dramaticales Aplicadas

Por encima de presentar una larga gama de estudios característicos y ejemplos de clase, se considera muy útil para los educadores mostrar aquí una serie de técnicas asociadas con el drama aplicado.

Juegos dramáticos

Los juegos de artes dramático y teatro son actividades y ejercicios introductorios que se usan para hacer saber a los estudiantes de qué tratan las artes dramáticas. Actividades como éstas tienden a no ser tan intrusivas y requieren altos niveles de participación.

Recitación

La dramatización coral pide a los estudiantes leer en voz alta y asignar partes a cada participante. Usa textos como poemas o rimas simples pero también libros ilustrados. Los participantes son capaces de experimentar con distintas voces, sonidos, gestos y movimientos.



Tableaux

El tableaux hace a los estudiantes visualizar imágenes con sus cuerpos, centrándose en detalles y relaciones. El tableaux son escenas congeladas en el tiempo y normalmente se componen de al menos tres niveles. Los participantes ponen énfasis en las expresiones de la cara y en el lenguaje corporal. Esta técnica ayuda a desarrollar tanto la presentación como las habilidades con la audiencia de los participantes.

Improvisación

Improvisar es dramatizar sin un guión y reaccionar en respuesta a los estímulos del entorno. Puede ser una maravillosa introducción a la representación de papeles. Los estudiantes se preocupan de su posición y su expresión y mejoran sus habilidades creativas.

Interpretación de papeles

La interpretación de papeles incluye representar a un personaje en una situación que puede ser real o imaginaria en una variedad de contextos. Esta técnica es ideal para ser aplicada en diversas áreas del plan de estudios para apoyar y reforzar la comprensión del contenido. Más abajo se encuentra una lista de estrategias típicas de interpretación de papeles.

Reconstrucción

Aquí se requiere un escenario histórico o una historia específica. Aun así, a pesar del momento en el que se desarrolle la historia, ésta es sobre el “ahora” y las cosas suceden en el presente. Los estudiantes interactúan con un medio escrito de comunicación y desarrollan personajes basados en ello.

Representación de papeles ampliada

¿Cómo continua una escena tras su final? ¿O qué es lo que llevado las cosas hasta aquí? Aquí se utiliza una precuela o secuela de un evento específico y se usa y desarrolla la lógica causa-efecto.



Turno de preguntas

Cada participante es entrevistado representando un personaje y de esta manera se logra un entendimiento más a fondo del papel o del contenido. Los otros participantes pueden igualmente contribuir proporcionando preguntas extra.

Panel de expertos

Los estudiantes realizan su investigación y llegan a ser expertos. De esta manera entienden qué hace un experto y cómo de profundo es el campo tratado en cuestión.

Escribiendo siendo un personaje

Una alternativa a las anteriores estrategias es pedir a los estudiantes producir un escrito estando dentro del propio personaje. Siendo un personaje en una situación determinada les llevará a producir diversas obras como una carta o un monólogo.

PARTE 2

Adaptando una mentalidad más práctica: ¿Cómo aplicar un guión teatral en clase?

Cuando llega el momento por parte del educador de aplicar una buena práctica, o una técnica comprobada, en clase aparece la necesidad de utilizar unas directrices prácticas. Esta segunda parte de la metodología tiene como objetivo equipar a los educadores con información práctica sobre cómo aplicar en su clase las ideas mencionadas en páginas anteriores.

Escogiendo tu objetivo

El punto inicial de cada acción educacional es establecer objetivos. En este caso ambas metas, educacionales y teatrales, necesitan ser clarificadas.

Desde el punto de vista educativo, el profesor necesita clarificar cuáles son las expectativas que quiere conseguir a través de esta acción específica. Por ejemplo,



cuando el Profesor Theodore Andriopoulos escribió el guión de la obra policial de ficción: “¿Quién mato al Sr. X?” tenía un objetivo muy específico en mente: quería que sus estudiantes hicieran un repaso de los capítulos que había cubierto a lo largo del año escolar. Es por esto que la historia policial que desarrolló incluía juegos matemáticos basados en ejercicios de cada capítulo del libro de texto.

De acuerdo con los propósitos educativos la historia cumplirá, se desarrollará su estructura. ¿Va a ser una narración de la historia de las matemáticas? La estructura se desenvolverá de manera acorde.

¿Va a ser un desarrollo de habilidades de resolución de problemas? La estructura será entonces diferente y se dirigirá más hacia ese objetivo.

Después de establecer los objetivos educativos, el aspecto teatral debe ser tenido también en cuenta. La principal pregunta a responder es a siguiente:

¿Se va a llevar a cabo una representación?

¿Cuál va a ser el resultado final de la acción teatral? ¿Va a llegar a un punto culminante y concluir con una representación o va a ser usada únicamente como una herramienta de clase que utilizará el método teatral para ayudar en la comprensión de un determinado tema?

Por otro lado, trabajar hacia un producto definido proporciona un objetivo concreto a la clase y una fuente de motivación para los alumnos. Debe de ser llevado con cuidado, sin embargo, sin restar valor a la importancia del proceso durante las clases. El énfasis debe ser dado más a la preparación y al compartir conocimientos que a la obra per se.

Por otro lado, una representación requiere una serie de nuevos elementos y procesos por sí misma; puede ser difícil presentar una obra teatral completa, especialmente en un marco temporal reducido. Una solución a esto es presentar un pequeño espectáculo que sería de unos 10 minutos de duración.

Aun así, el arte dramático educacional es una técnica que no requiere una representación al final. Dependiendo de la clase y de los mensajes que necesiten ser transmitidos, un educador podría incluir ejercicios teatrales en su enseñanza



diaria. Por ejemplo, el educador podría dar papeles a los estudiantes, como el de asesor financiero de una importante compañía que necesita reducir sus gastos operativos en un 20%. Los estudiantes podrían debatir en qué gastos reducir creando un presupuesto y apoyándolo. Este guión no resultaría en una representación, pero los estudiantes aún aprenderían y comprenderían en profundidad un tema, desarrollarían su resolución de problemas, presentación y habilidades de negociación y se divertirían al mismo tiempo.

Por favor, anotar que a partir de ahora, las técnicas analizadas asumirán que el objetivo último del arte dramático matemático incluirá como resultado final una representación teatral.

Trabajando como equipo

Para alcanzar el máximo nivel de participación en todos los estudiantes, es una buena práctica dividirles en equipos. Los estudiantes en los equipos deben estar equitativamente repartidos en relación a su conocimiento matemático. Colocar juntos a todos los estudiantes de alto nivel no funcionaría, ya que los otros equipos se desanimarían y no podrán alcanzar su máximo potencial.

El número de los miembros de cada equipo debería variar entre dos y cinco personas. Dos es el mínimo para hacer un equipo, obviamente, pero un número mayor de cinco podría resultar en estudiantes del equipo haciendo más trabajo mientras que otros no participarían tanto.

Escogiendo el tema

A la hora de escoger un tema para la obra teatral, es el propósito educacional que indicará la dirección que se debe seguir. A menos de que el educador tenga ya un tema claro en su cabeza, los estudiantes pueden ser fácilmente implicados en este proceso. Además, darles la opción de escoger lo que quieren hacer, les permite estar más involucrados con el proyecto.

Un método para decidir un tema de manera conjunta es el siguiente: después de discutir los objetivos y propósitos educacionales con los estudiantes, darles a un



tiempo para debatir y aportar ideas sobre algunos temas propuestos o sugerir otros por sí mismos en conjunto y con sus equipos. Después, pedir a cada equipo decidir y proponer un número determinado de temas (normalmente de tres a seis) para que la clase trabaje sobre ellos.

Tras este paso, se pide a los equipo presentar y justificar sus ideas y apuntarlas en un papel o en la pizarra. Entonces, después de que cada uno de los equipos haya terminado la presentación, resumir y hacer una lista de todas las ideas y pedir a los alumnos votar sus tres favoritos. Dependiendo de la atmósfera de la clase, el voto puede ser alzando las manos o escribiendo sus preferencias en pequeños trozos de papel.

El tema más popular será apuntado siguiendo este proceso y los niños empezarán el trabajo de forma colectiva, toda la clase de manera conjunta.

Compartiendo responsabilidades

Después de que el profesor ha dividido la clase en equipos, es hora de que cada uno lleve a cabo una determinada tarea. No es posible para todos hacerlo todo y las probabilidades dicen que no todos los estudiantes se sentirán suficientemente cómodos en de encargarse de todos los papeles – por ejemplo algunos chicos no querrán salir a escena, mientras a otros no les gustará nada una posición de tener que escribir. Es por ello que cada equipo debe debatir entre sus miembros y decidir cuáles son sus puntos y talentos fuertes y consecuentemente qué labor harán. Este es igualmente un modo alternativo de repartir los estudiantes por grupos. Decidir al principio y todos juntos en las diversas tareas, tales como: escritura del guión, actuación, composición/selección musical, dirección y coordinación, creación de vestuario o atrezzo.

Es más probable que tras la formación de las tareas de equipo los estudiantes tengan al menos una preferencia específica. En este caso hay una ventana a la flexibilidad en relación a algunos equipos, como el de actores, porque se le dará a cada estudiante un papel muy específico, asegurando que todos participarán en el trabajo de equipo.



Escribiendo el guión

El comienzo

Todo empieza con el borrador principal del guión, pero los estudiantes no tienen por qué esperar a que el diálogo completo esté listo para comenzar a trabajar. Pueden comenzar a crear las vestimentas para los personajes, construir y estudiar sus personalidades (especialmente si estos están inspirados por figuras históricas), componer la música, improvisar, etc. Además, hay una idea frecuentemente equivocada de que los estudiantes que van a escribir son los únicos que comprenderán en profundidad el tema matemático en cuestión. Esto no es del todo correcto, ya que cada estudiante trabajará en un determinado proyecto, incluso desde un punto de vista distinto. Por ejemplo, una persona trabajando en el atrezzo en una obra basada en las matemáticas de la antigua Grecia aprenderá que las matemáticas de aquel tiempo no usaban la regla que tenemos ahora, pero hacían todo usando el gnomon. También, una buena práctica es hacer que el equipo encargado del guión presente su trabajo por fases en cada reunión. De esta manera, todos los chicos se encuentran implicados en matemáticas y en el desarrollo de la historia, mientras el equipo del guión desarrolla sus habilidades de presentación.

¿Pero cómo empezar realmente a escribir el guión? El guión es un proceso complejo y va a ser configurado a través de una serie de fases diferentes pero el punto de arranque es siempre el más importante. El profesor puede ayudar a los estudiantes a dar los primeros pasos, usando algunos ejercicios creativos de escritura. En este texto se van a presentar dos: la escritura explosiva y el distinto punto de vista.

La escritura explosiva

La escritura explosiva es un ejercicio escrito de 10 minutos. El educador aporta el tema matemático seleccionado y pide a un grupo comenzar a escribir durante 10 minutos sin preocuparse de la calidad ni la apariencia de su trabajo.

Asusta la idea de escribir una historia corta completa. Es mucho más fácil establecer un tiempo de 10 minutos y empezar a escribir sin parar o mirar atrás.



¿Cómo puede ayudar este tipo de escritura explosiva? Este método es utilizado normalmente tanto por periodistas como por escritores cuando tienen muy poco tiempo para redactar o alcanzar un estado creativo para un capítulo de escritura más grande. A veces este material se puede usar como punto de arranque de un trabajo. Además la escritura explosiva ayuda a la gente a generar ideas innovadoras, porque escriben sin parar o mirar atrás y corregir.

El otro punto de vista

Es divertido pensar contar el cuento de “Los Tres Cerditos” como si tú fueras el lobo malo. Escribe un título como “La historia real” y comenzar a trabajar con este inspirador y diferente punto de vista. ¿O qué tal escribir el verdadero cuento de “Cenicienta” desde el punto de vista de las dos hermanastras malas de la protagonista?

Ahora imaginemos cómo esto se puede aplicar en matemáticas. Por ejemplo, imagina el nacimiento del número cero desde el punto de vista de otros números. Todos los otros números pensarán que no tiene ningún valor, hasta que se junta con alguno de ellos... Además, detente un momento a pensar en los Pitagóricos... A parte del famoso teorema, investigar la auténtica historia de los Pitagóricos, esa estricta comunidad. ¿Sobreviviría un estudiante rechazado para contar su historia? O imagina, como sucede en Planilandia, un rectángulo contando la más que improbable historia de sus aventuras en 3 dimensiones, encerrado en la cárcel, sólo y desconsolado porque nadie lo cree.

Dejemos a los niños pensar qué saben exactamente sobre el tema de matemáticas que sea de su interés y a partir de ahí dejarles imaginar y escribir otra versión desde un punto de vista diferente.

Debe continuarse con una investigación sobre el tema tratado y sus resultados pueden ser presentados a la clase. Este procedimiento podría sacar a la superficie ideas nuevas e inspiración.

Construyendo el guión

Después de recopilar toda la información necesaria de manera conjunta, le sigue construir la historia a partir de su borrador inicial. Las cinco preguntas básicas son



clave para desbloquear todas las dificultades a la hora de poner en orden las ideas: ¿dónde, cuándo, qué, quién y por qué?

¿Dónde y cuándo sucede la historia?

Las repuestas aquí pueden variar dese el rigor histórico (en la Biblioteca de Alejandría en el año 200 AC) a otras completamente imaginarias (en un planeta a cientos de años luz de distancia).

¿Qué sucedió (exactamente)?

Los hechos deben plantearse aquí para poder aclarar la historia.

¿Quién hizo todo eso?

¿Va a ser el personaje principal una persona histórica? ¿Una imaginaria? ¿Va a ser no una persona si no un símbolo o idea matemática personificada? ¿Por ejemplo una función que está con depresión porque tiene su concavidad hacia abajo y decreciendo?

¿Por qué sucedió?

La consecuencia y la moraleja de la obra encuentran su origen al preguntarse por qué. ¿Cuáles fueron los motivos del personaje para actuar de ese modo? ¿Aceleró la situación general las cosas e hizo que sucedieran? ¿Qué hay sobre factores políticos o sociales de la época?

¿Cómo sucedió?

Esta es una pregunta extra que da lugar para desarrollar más y dar cuerpo a la historia. Es la pregunta que necesita detalles e ideas para ser contestada y que lleva al escritor al centro de la acción.

También, un análisis del guión nunca estaría completo si las tres columnas vertebrales de la obra, originadas del antiguo drama Griego y el análisis teatral de Aristóteles, no se mencionaran: **Mithos-Ethos-Escena**.

Mythos es todo lo que tiene que ver con la historia. ¿Cómo crear una historia que pueda colocarse en el foco central de una escena teatral? La historia debe ser



buena, desarrollarse hasta un punto culminante y tener uno o dos giros. La estructura usual a seguir es esta: se presentan los personajes y sus normales vidas cotidianas. Entonces algo sucede que agita las aguas; los personajes deciden hacer algo, o sucede algo por casualidad o coincidencia, que hace moverse a todo el mundo. Los personajes establecen un objetivo y luchan para conseguirlo y empiezan a surgir los problemas y a hacerse más y más grandes.

Dependiendo en el mensaje y el sentimiento de la historia, los personajes triunfan o fracasan en sus misiones. Al final, un nuevo status quo, un nuevo “la manera que son las cosas” se alcanza, el cual es diferente de “la manera que las cosas solían ser” y es por ello que la historia es importante y significativa: porque ha cambiado las cosas.

Ethos es todo lo que tiene que ver con los personajes. ¿Quiénes son y cuál es su historia y cuáles los motivos para que hagan lo que hacen? Una creación de personajes fuerte incluye añadir algunas características centrales que guiarán las acciones de los personajes. Para comprender lo que esto significa, sólo hay que recordar que Ebenezer Scrooge es un personaje tan poderoso que llamar a alguien hoy en día Scrooge es símbolo de la avaricia, miseria y falta de generosidad de una persona. Consiguió escapar de las páginas del Cuento de Navidad de Dickens para encontrar un lugar en nuestro vocabulario diario. De manera similar, Heidi trae a la mente a una niña joven corriendo por las montañas; esto indica que un personaje puede ser definido tanto por algunas características especiales aparentes como por una imagen o acción que surge en la mente en el momento que piensas sobre él o ella.

Escena es lo que la palabra indica: todo lo demás que forma el ambiente de la historia y su atmósfera, todo lo que contesta a las dos primeras preguntas, el dónde y el cuándo. Es sobre el lugar, el tiempo, el escenario, el sentimiento, etc.

Tras haber creado la historia, el siguiente paso es recortarla. Mantenerla breve es uno de los pequeños consejos de éxito que no vienen de manera fácil, ya que a nadie le gusta ver recortado el texto que ha escrito. Sin embargo, este paso es necesario y la mejor manera experimental de identificar correctamente qué debe permanecer y qué desaparecer es leer el texto a un público (en este caso al resto



de la clase). Habrá sitios donde incluso el narrador querrá ir más deprisa. Este es el texto que se debe quitar.

El enfoque hacia el teatro ideal

Un acercamiento distinto para la escritura y el desarrollo del guión es el enfoque hacia el teatro ideal. En este caso no es el equipo de escritores que lleva la composición de la historia, si no el equipo de actores que improvisa en hechos dados y crean diálogos en el propio lugar y empezando desde cero, maniobras, actitudes, comportamientos y finalmente, personajes.

Dependiendo de los estudiantes que pueda tener un educador, estas técnicas teatrales relativamente nuevas podrían funcionar en clase, siempre y cuando los estudiantes no sean lo suficientemente tímidos para empezar a construir desde la nada y de que estarán comprometidos y serán lo suficientemente serios para crear de manera persistente los personajes y escenarios a través de la colaboración y el trabajo en equipo. En este caso, el equipo de escritura proveerá los hechos desde los que empezará la improvisación y escribirán todos los diálogos y escenas que serán probadas antes de determinar lo que será y no será incluido en el texto final.

Y después de escribir el guión, ¿qué?

La pregunta que surge aquí es sencilla: en un proyecto de equipo que incluye ensayos y preparativos de escena, ¿cuál va a ser el papel del equipo de redacción después de que se haya escrito el guión?

Hay dos caminos a seguir, no excluyentes el uno del otro. Si los chicos quieren, pueden dividirse y unirse con otros grupos y seguir en un campo de actuación distinto. Pero si no quieren comprometerse en otras actividades, pueden ser muy útiles durante los ensayos y preparación siendo controladores de calidad. Este nuevo papel incluye asegurar que su trabajo es entendido, guiando a los otros estudiantes sobre cómo interpretar en la escena las palabras escritas en papel.



Ensayos y Preparativos

Con el guión listo, es hora de continuar con los ensayos y preparar la escena para la representación. Aquí toma parte un nuevo mundo de herramientas y técnicas y se presenta en esta guía en el capítulo sobre El Enfoque Teatral. Esta parte incluye la música, la coordinación, el afinamiento, el vestuario, el atrezzo y los escenarios.

Una pregunta final que tratará de responder este capítulo es la siguiente: crear una obra, no digamos ya una obra teatral sobre matemáticas, es un trabajo que consume mucho tiempo. ¿Se puede incluir en un plan de estudios escolar o sería mejor que entrara como una actividad extra curricular? La mayoría de las veces es algo a decidir entre los profesores y la escuela pero el camino habitual es hacer ambas: empezar trabajando durante el curso regular de matemáticas, después posiblemente colaborar con el profesor de teatro y usar algo de su tiempo también si procede y después añadir unas hora extras según se acerque la representación final.

La representación

Cuando llega el día final antes de la representación, los estudiantes están normalmente (sobre) entusiasmados y el educador tiene que aumentar sus esfuerzos de afinamiento y coordinación. Una representación es algo fluido y dinámico y normalmente trae consigo buen ánimo tanto a los participantes como a los observadores. Es importante que los estudiantes disfruten durante la obra y que los sentimientos negativos causados por la ansiedad o el perfeccionismo sean puestos a un lado.

Una representación en cierta manera es como un examen; no tiene sentido hacer estudios o correcciones de última hora: lo que no se haya ensayado muchas veces será probablemente olvidado. Pero los estudiantes deben estar atentos a las cosas que pueden salir mal y habrán planificado ya cómo improvisar para disimularlas. Por ejemplo, si hay un fallo de vestuario y el bigote de alguien está a punto de despegarse, entonces deben estar alerta de ello. Lo mejor es preparar unas líneas sencillas que comentarán en la caída del bigote y que busque provocar la risa del público.



Cuando algo va mal sobre el escenario, los actores profesionales lo tratan normalmente de un modo humorístico y de esta manera la audiencia se siente más involucrada. La otra posibilidad es ignorarlo. Si algo se pierde o falta, la improvisación está ahí de nuevo -recordar que la audiencia no sabe cómo se desarrolla la obra-; consecuentemente no hay nada correcto o equivocado mientras la obra avanza sin pausa.

Evaluando el proyecto

¿Cuándo se considera realizado con éxito un proyecto teatral matemático? En términos generales, un escenario MATHeatre resulta exitoso si cumple los objetivos educacionales establecidos por la clase, involucra a los estudiantes a trabajar de manera creativa y colaborativa y les da una nueva perspectiva en el aprendizaje matemático mientras se divierten. Algunos criterios predefinidos pueden ayudar, como la exactitud del contenido, la efectividad del mensaje, el compromiso de los estudiantes e inclusive la creatividad e imaginación, etc. Además, las conclusiones del público y la crítica de los compañeros son herramientas útiles para conseguir una evaluación objetiva.

Por ejemplo:

Criterios de evaluación de la actividad teatral en clase

Las dos columnas vacías se presentan aquí de acuerdo con los distintos modos de calificar en los distintos países de Europa (A, B, C/0-10/sin nota).

I. Contenido Matemático

El estudiante se ha aproximado a un concepto estudiado en clase		
El estudiante fue capaz de interpretar claramente el concepto		
El estudiante ha representado un concepto teórico sin ayuda		



II. Aspecto teatral

El estudiante se siente seguro/confiado en frente de los demás y se expresa correctamente		
El estudiante usa bien el espacio		
El estudiante ha respetado las instrucciones dadas		

III. Creatividad de la puesta en escena

El estudiante se involucra en su presentación y tiene en cuenta a los otros co-actores		
El estudiante demuestra originalidad (por ejemplo en la música, etc.)		

Adaptando un guión

En algunos casos, cuando el tiempo es limitado o hay una obra interesante que inspira a los estudiantes o al educador, puede considerarse adaptar un guión. Podría ser este el caso de adaptar un libro o una película para ser representada.

La primera cosa que debes pensar, antes de ninguna adaptación, el tema de derechos. Normalmente cada autor del material del texto original tiene los derechos de autor. Esto quiere decir que tiene el derecho a decir si una obra puede ser o no ser realizada en base a su material y si la respuesta es sí, cuánto cuesta.

Lo legal y correcto es comprobar y entrar en contacto con el escritor y, de esta manera, comenzar el proceso de compra u oferta por los derechos. A veces si el material se usa y adapta para un propósito educativo, la exención es gratis.

Además, debido a la caducidad de los derechos de autor, si estás interesado en adaptar un texto escrito en el siglo XVIII, el trabajo se considera de “dominio público” y no tienes la obligación de asegurar ningún tipo de derechos.

Después de clarificar el tema de derechos, la cuestión es cómo adaptar la historia. La metodología de trabajo es la misma que la que se necesita para escribir una historia. A menos de que ya existan, los diálogos deben escribirse o localizarse o adaptarse a las necesidades específicas de la clase. Esto significa que un equipo de



redacción debe liderar este trabajo de la misma manera que lideraría el trabajo de crear un guión original. Este equipo puede además realizar investigación en los hechos y los detalles del material original, presentarlos a la clase, decidir qué va a estar dentro o fuera del guión final y después escribirlo. Incluso si la clase trabaja a través de la técnica teatral ideada, sus improvisaciones colaborativas pueden estar basadas en el material original de un libro o película en una obra ya existente.

Lo que se debe recordar es que cada equipo tiene su propio personaje y eso significa que el material que se adapte se transformará de acuerdo a las necesidades y dinámica del equipo, y eso es algo que se debe esperar. Los profesores y las clases pueden escoger quedarse cerca del espíritu original del material o usarlo como un punto de arranque. En cualquier caso, deben debatir a priori por qué lo eligieron en primer lugar, descubrir los mensajes por los cuales se sintieron atraídos inicialmente y asegurar de que los mantienen y los presentan en su producción final.



Sección A6: Mejorando las competencias matemáticas

Las tecnologías modernas tienen un gran impacto en el mundo a nuestro alrededor. Afectan de manera significativa a la manera con la que nos comunicamos, pensamos y accedemos a la información. Todos los cambios suceden a una velocidad que aumenta cada día. Los cambios ya no llevan décadas o siglos; las cosas cambian en un horizonte temporal de años. Esto se puede ilustrar con el ejemplo de los servicios web que han influenciado en las vidas de la gente – Wikipedia, Google o Facebook. Desde luego, este veloz mundo cambiante pone mucha presión en la escuela, la cual se supone que prepara alumnos para su vida en él. Ya no es suficiente con transmitir conocimientos o métodos, la escuela debe desarrollar habilidades que los alumnos sean capaces de aplicar en su vida de tal modo que se adapten rápidamente a los cambios y salgan adelante en este mundo. No es solamente una habilidad o talento, si no el conjunto completo de talentos, conocimientos y habilidades conocido como competencias clave.

Las competencias clave representan el sistema de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son importantes para el desarrollo personal del individuo y su papel en la sociedad. La selección y el concepto de competencia claves se basan en valores que son aceptados por la sociedad y en ideas compartidas, como qué competencias del individuo contribuyen a su educación, bienestar y éxito en la vida y al refuerzo de las funciones de la sociedad civil.

Las competencias clave no son un fenómeno aislado; están mutuamente ligadas y entrelazadas, el multifuncionalismo tiene una naturaleza interdisciplinar y sólo puede ser adquirido como resultado de un comprensivo proceso educativo. Por lo tanto, su formación, moldeado y desarrollo debe ser el objetivo definitivo de todo el contenido educacional y de todas las actividades que se desarrollan en la escuela [Borrador de Programa Educacional para la Educación Básica, República Checa].

Las competencias clave influyen la enseñanza en todas las asignaturas a través del plan de estudios, inclusive las matemáticas. La meta de la educación matemática está en parte relacionada con el desarrollo de estas competencias clave. Sin embargo, a parte de dicho desarrollo de competencias clave, la educación matemática tiene sus propios objetivos basados en contenido matemático.



La competencia matemática es la habilidad de desarrollar y aplicar pensamiento matemático para resolver un abanico de problemas en situaciones cotidianas. Construyendo un dominio sólido de habilidad con los números, el énfasis está tanto en el proceso y la actividad como en el saber. Competencia matemática implica, a diferentes niveles, la habilidad y voluntad de usar métodos matemáticos de reflexión (pensamiento lógico y espacial) y presentación (fórmulas, modelos, construcciones, gráficas, tablas). [Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo del 18 de diciembre del 2006 en Competencias Clave para el Aprendizaje Permanente (2006/962/EC)].

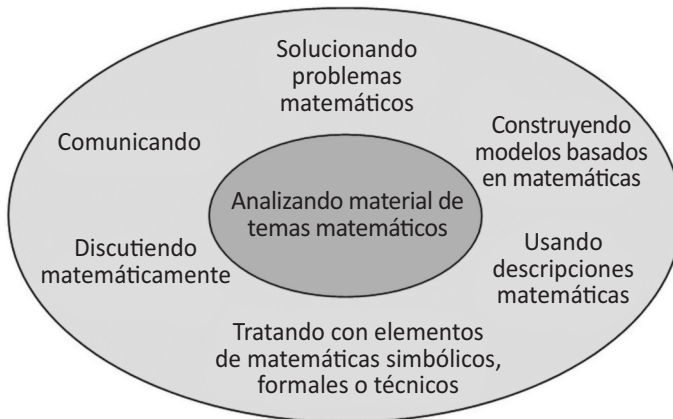


Figura 1 – Competencias generales [www.sinus-transfer.eu]

El teatro y las actividades teatrales en clase de matemáticas pueden contribuir al desarrollo de competencias matemáticas clave y específicas. El siguiente texto se centra en su beneficio para las propias matemáticas. Basado en análisis de ejemplos de buena práctica en países a lo largo del planeta [Ver Informe MATHeatre de Buenas Prácticas, www.le-math.eu], identificamos las siguientes áreas en el que el uso de actividades teatrales contribuye al desarrollo de competencias matemáticas:



1. Dramatización y matematización de una situación

La estrategia educativa actual de las matemáticas en la mayoría de las clases está orientada hacia temas concretos. La dramatización ayuda a desarrollar la habilidad y la voluntad de usar modos de pensamiento matemáticos. Un ejemplo de tal actividad es la actividad Autobús, en la cual los problemas matemáticos están modelados en el contexto de transporte de autobús. De manera similar los chicos pueden representar otras situaciones en las que ellos, por ejemplo, van de compras, piden en un restaurante y otras muchas situaciones en las que se llevan a cabo cálculos en el contexto de una situación real. Las designaciones de tareas se van modificando habitualmente por los propios actores cuando estos responden a cómo se desarrolla la situación. Así aprenden a percibir y comprender la complejidad del mundo real; ganar experiencia en el uso de modelos matemáticos (aplicar las matemáticas a situaciones prácticas).



Figura 2- Ejemplo de ir de compras de ZS y MS Pisečna

Las formas teatrales en el marco de la dramatización también desarrollan la habilidad de cooperar a la hora de resolver problemas y tareas aplicadas que reflejan situaciones diarias y consecuentemente aplicando la solución en la práctica; aprender sobre las posibilidades de las matemáticas en la vida real y el hecho de que se puede llegar a los resultados de muchas maneras distintas.



2. Dramatización y visualización de una situación matemática

La dramatización teatral puede ser usada también para ilustrar situaciones de naturaleza puramente abstracta. Un ejemplo de esta actividad es la visualización de la solución a problemas lineales en el que los alumnos representan sus propios procedimientos de resolución (ver figura 3).



Figura 3 – Resolviendo ecuaciones

http://www.dailymotion.com/video/x6p7h8_mathematique_creation#.UcFkydgrizc

Las formas teatrales en dramatizaciones desarrollan procesos como el análisis de problemas y planteamiento de soluciones, escogiendo el enfoque adecuado para resolver un problema, evaluando si los resultados son correctos según la naturaleza de la tarea o el problema.

3. El teatro y la historia de las matemáticas

El teatro se puede usar también para dar a conocer a los alumnos la historia de las matemáticas y los contextos históricos en los que se produjeron diversos descubrimientos. Estas actividades ayudan a desarrollar no sólo pensamiento transversal, sino también a pensamiento abstracto y preciso adquiriendo y usando



conceptos matemáticos básicos y relaciones, reconociendo sus cualidades características e identificando y clasificando conceptos en base a estas cualidades.



Figura 4 – Actividad de Math Theatre 2010

4. Improvisaciones en un contexto matemático

Las actividades de naturaleza improvisada son muy importantes para el desarrollo de competencias matemáticas mientras requieran que los alumnos usen conceptos matemáticos. Un ejemplo de estas actividades puede ser la tarea de explicar un concepto matemático usando pantomimas o una descripción verbal sin la utilización de palabras con la misma raíz. Así los alumnos aprenden a expresarse ellos mismos de manera precisa y en pocas palabras usando el lenguaje de las matemáticas, incluyendo símbolos matemáticos, y también para distinguir entre las propiedades substanciales y las que no tienen importancia de un objeto dado.



Sección A7: Motivación y MATHeatre



*¡Motivación es
actitud en acción!*



En la escuela secundaria actual es central el tema de la motivación, dado que son los motivos los que crean los condicionantes principales para la realización de actividades y el logro de objetivos. No es posible realizar ningún tipo de actividad sin la motivación correspondiente o esta realización será completamente inestable. La manera en que los estudiantes sienten determinadas situaciones afecta a la cantidad de esfuerzo que aplican al estudio. Por eso es importante que todo el proceso educativo genere una intensa pasión interna por el saber y un intenso trabajo mental. Dado que las necesidades e intereses personales son la base de la motivación, es bastante lógico concluir que el éxito de los estudiantes es posible en el caso de que el aprendizaje llegue a ser un proceso deseado. En este contexto los motivos dirigen a los estudiantes a varios tipos de trabajos de aprendizaje, los cuales están conectados con la actitud interior hacia ellos. La inspiración a actividades de aprendizaje es un sistema de incentivos, el cual incluye: necesidades cognitivas, metas, intereses, aspiraciones, ideales. Estos son elementos de motivación con carácter activo y propósito que se introducen en la estructura del individuo y determinan peculiaridades de un contenido significativo. El sistema especificado de incentivos organiza la motivación en el aprendizaje, el cual se caracteriza por la estabilidad y el dinamismo. El dominio de motivos interiores determina la estabilidad de la motivación del aprendizaje y de la jerarquía de su estructura. Por otro lado, los motivos sociales cuentan para un dinamismo



constante de estímulos. En general, la motivación por el estudio puede ser definida como un sistema de estímulos que originan actividad de aprendizaje en los estudiantes y una intensa pasión interior por el conocimiento.

La motivación desempeña varias funciones: inspira, dirige y organiza el comportamiento y además le vincula personalidad, significado e importancia. Cada actividad comienza a partir de necesidades, las cuales se encuentran en la interacción entre los estudiantes y el entorno. La necesidad es una actividad dirigida, un estado físico, que crea condiciones para la acción. Sin estas necesidades, los estudiantes se quedan pasivos y las motivaciones no parecen tener un efecto en ellos. En el proceso educativo los motivos tienen relación con el estudiante enfrentándose a diversas facetas, como dominio del conocimiento, conseguir buenas notas y elogios de los padres. La realización de un motivo está precedida por una formulación y un logro de numerosos objetivos intermedios: los estudiantes deben exponer diversas actividades de aprendizaje, deben ser capaces de ver el resultado de dichas actividades, etc. El interés es una parte importante de la esfera de motivación de la actividad educativa. Una de sus características principales es la variedad emocional. La conexión entre el interés y las emociones positivas es de especial importancia durante los primeros pasos del estudio.

Es posible utilizar métodos de aprendizaje en clase que permitan el desarrollo de los prerequisites mencionados incluyendo habilidades para la expresión de pensamientos, habilidades para una estructuración del conocimiento clara y exacta y habilidades para establecer contactos con los instructores y los otros aprendices. Para lograr tales resultados en el proceso educativo se requiere la aplicación de una técnica interactiva y valiente en coordinación con la tradicional. Una técnica posible es el teatro. Las principales características de un ambiente teatral educacional están relacionadas con lo siguiente: actividad estudiantil mejorada, trabajo en equipo incluido; cambio de los papeles de instructor y aprendiz; técnica de trabajo interactiva; organización adecuada del tiempo y el espacio, el cual es distinto del usual; combinación de varias formas de control basado en la interacción.

En una educación basada en el teatro el profesor entra en el papel de una persona de apoyo, asegurando una organización adecuada del ambiente educativo; un



tutor, propone consejos e instrucciones, cuidando de los comentarios, modelando, analizando, generalizando, proponiendo soluciones. Se incluye a los estudiantes en el proceso de un conocimiento cognitivo, entender y formar parte en lo que saben que es lo mejor de sus habilidades. Cada uno contribuye individualmente, ejecuta un intercambio de conocimientos, ideas, medios y acciones. Todo esto se crea para los participantes en una atmosfera voluntariosa, emocional y de comodidad intelectual bajo un proceso educativo.

La educación basada en el teatro es, después de todo, de diálogo, produciendo interacción entre los aprendices en el proceso de ejecutar y considerar entendimiento mutuo, la resolución conjunta de problemas comunes que son importantes para todos los participantes. Es posible un régimen interactivo de educación con MATHeatre de dos tipos:

- **modelo instructivo:** los estudiantes estudian al participar en una obra teatral, que ha sido creada por otras personas, o viendo una obra cuyos actores son sus compañeros de clase.
- **modelo constructivo:** los estudiantes estudian al participar en una obra teatral, que ha sido creada por ellos mismos.

Estudiar durante el proceso de una representación teatral es algo emocional. El teatro crea un ambiente de inspiración, el cual se relaciona con dos dominios: el emocional – motivación personal (interior), emulación, curiosidad y seguridad en uno mismo; y el cognitivo – contexto significativo y relevante, participación activa en una “historia de diálogo”, organización, diferentes situaciones, comentarios y apoyo de los estudiantes en la organización del conocimiento.

Prácticamente, MATheatre es simulación, que requiere la participación activa en la aplicación del conocimiento dominado. Es una imitación de actividad real en una u otra situación creada. Los participantes representan papeles definidos o son una audiencia activa. La efectividad es bastante alta comparada con la práctica tradicional. Las obras teatrales son entretenidas y atractivas para los participantes. Estimulan y permiten la comunicación, aumentan el interés por aprender y desarrollan la independencia de los estudiantes. La interpretación para propósitos educacionales está basada en los principios de actividad, dinamismo,



entretenimiento, representación de un papel, carácter de equipo (trabajo de equipo), modelado de acción, comentarios, problemática colectiva, competitividad, efectividad y sistema.

Los participantes pueden combinar fantasía y realidad en su consciencia con respecto a una función o actividad y, como resultado, lo estudian mediante la actuación. Simulan una situación definida para representar lo que han aprendido o dominado para desarrollar nuevas habilidades. De este modo, los participantes desarrollan varias habilidades sociales: para la comunicación—formulación de posiciones, escuchar opiniones, expresión verbal y no verbal para la colaboración, contratación, evitar o superar conflictos. En la base de la obra teatral, se encuentra la comprensión de papeles sociales. Pueden ser consideradas como formas de comportamiento por las cuales los individuos examinan y construyen su vida social. Los estudiantes socializan, en decir, se familiarizan con las formas de comportamiento que se esperan de ellos.

Un lugar especial en el aprendizaje teatral recae en los objetivos y el éxito del equipo, los cuales se consiguen como resultado de trabajo individual e independiente de cada miembro y mediante una interacción continua entre los todos cuando se trabaja sobre el tema planteado. El equipo (grupo) en completo está interesado obtener en un resultado final positivo y sus miembros no compiten entre ellos. Principios básicos son:

- un problema para todo el grupo
- un premio o evaluación para todo el grupo
- distribución de papeles bajo las mismas posibilidades.

MATHeatre da oportunidades a solucionar de manera óptima una variedad de problemas didácticos, los cuales pueden ser divididos en tres grandes grupos:

- Teóricos (motivación para presentación teórica, formación de un sistema adecuado de para la comprensión, competencias y modos específicos para su uso práctico);
- Experimentales (con la posibilidad de comprobar organizaciones complejas);



- Expertos (los aprendices podrían tomar diferentes posturas – como personas que actúan o que buscan soluciones correctas o como expertos, quienes analizan y evalúan las soluciones que se llevan a cabo)

Las obras didácticas situacionales pueden ser divididas en cinco características básicas distintas:

1. De acuerdo con el carácter de la situación: realidad; fantasía; rivalidad; discusión; entrenamiento.
2. De acuerdo con el carácter de la obra teatral: oposición de grupo (interacción entre grupos); competición.
3. De acuerdo con el modo de presentar y procesar la información: teatro con papel principal del profesor; teatro con tecnología asistida por ordenador.
4. De acuerdo a las dinámicas de procesos modelados: teatro con un limitado número de pasos (tiempo limitado); teatro con un ilimitado número de pasos (tiempo ilimitado); teatro auto-desarrollado.
5. De acuerdo con el nivel de complejidad: puesta en escena compleja (interacción multilateral de grupo y con gran cantidad de conexiones); puesta en escena de complejidad media (número intermedio de conexiones); puestas en escena no complejas con un número limitado de conexiones y sin interacción entre grupos.

En el caso de MATHeatre las cinco realizaciones de las funciones teatrales didácticas son posibles. MATHeatre es un ejemplo típico de aprendizaje activo, incluyendo el interactivo. El proceso de dominio de nuevos conocimientos y habilidades se alcanza al incluir a los aprendices en la ejecución de varias actividades educativas, cuidadosamente preparadas por medio de obras de teatro. La atmósfera tradicional en clase (clases cortas o divididas en forma de charlas, en las cuales el profesor es la figura central, mientras los estudiantes permanecen pasivos) se substituye por actividades educativas cuidadosamente preparadas, en las que los estudiantes tienen un papel fundamental, distribuyéndose este papel entre ellos, incluyendo o no al profesor en algunos casos.



Los participantes en MATHeatre examinan sus acciones y experiencias aspirando a la mejora de sus logros. Este método de aprendizaje está en contraste con el tradicional, el cual se basa en la presentación de conocimientos y habilidades. El foco de MATHeatre está centrado en la investigación de las acciones ejecutadas, con la que se consigue como resultado conocimiento, y del que se espera que lleve a cabo una mejora de habilidades y logros. Aprender requiere programar el conocimiento y cuestionar la perspectiva durante la preparación de la obra teatral, teniendo como objetivo entrar en profundidad en el material que se está estudiando.

La efectividad del proceso educativo se incrementa y el conocimiento adquirido de esta manera se caracteriza por una duración y profundidad mayor. Usando las obras teatrales que son el resultado de una organización en equipo de la educación, los estudiantes desarrollan cualidades personales como participación activa, iniciativa, velocidad y nuevas herramientas socialmente importantes de comportamiento y comunicación. El fondo emocional difiere según las altas dinámicas y actitudes positivas que deben dominar, ya que debido a su expresión personal, los estudiantes pueden transformar información en conocimiento significativo.



Sección A8: Habilidades de comunicación y MATHeatre

La comunicación es un medio complejo de transmitir información (contenido, señal, mensaje) entre dos partes, el remitente y el receptor, usando una combinación de métodos (palabras escritas, gestos no verbales, palabras habladas). También lo usamos para establecer y modificar relaciones. En algunos casos, se considera comunicación sólo la verbal y la otra, los aspectos de comunicación no verbal, se consideran parte de la metacomunicación, que puede influir en la efectividad de la comunicación. Nosotros usaremos aquí los términos de comunicación verbal y no verbal.

Elementos de una comunicación con éxito:

1. Comprendiendo a tu audiencia
2. Preparando tu contenido.
3. Presentando con confianza.
4. Controlando el entorno.

Comprendiendo a tu audiencia

El éxito de las representaciones se juzga en su mayor parte por la respuesta del público. Antes de incluso empezar a poner juntas tus diapositivas de PowerPoint, lo primero que necesitas hacer es establecer las necesidades de tu audiencia. Intenta seguir estos pasos:

Determina quiénes son los miembros de la audiencia y qué tipo de conocimientos básicos poseen. Averigua qué quieren y esperan de tu presentación.

¿Qué necesitan aprender? ¿Tienen algún interés especial que necesitas respetar?

Crea un borrador de tu presentación y pide por adelantado comentarios sobre tu contenido propuesto.

Si satisfaces las necesidades de tu audiencia (ves aprobaciones y sonrisas o escuchas murmullos a favor), no importa si tu exposición no fue perfecta. El



principal objetivo de la gente que escucha tu presentación es conseguir la información que ellos necesitan. Cuando eso sucede, has completado tu tarea con éxito.

Preparando tu contenido

La única manera de cumplir con las expectativas de tu audiencia es dar el contenido que quiere: entendiendo qué presentar y cómo hacerlo. Si proporcionas la información de una manera bien estructurada e incluyes diferentes técnicas para mantener al público interesado, entonces probablemente recordarán lo que dijiste— y te recordarán a ti.

Hay una diversidad de maneras de estructurar tu contenido, dependiendo del tipo de presentación que vayas a dar. Aquí hay algunos principios que puedes usar:

- **Identifica unos puntos clave** – Para ayudar a la audiencia a comprender los mensajes que les estás dando, usa como principio el dividir tu información en pequeños trozos para organizarla en de cinco a siete puntos clave.
- **No incluyas cada detalle** – Las buenas presentaciones inspiran a la audiencia a aprender más y piden más exposiciones para maximizar su comprensión del tema.
- **Usa un borrador** – Al principio, cuéntale a tu audiencia lo que intentarás cubrir y hazles saber qué esperar. Esto elevará su interés desde el principio.
- **Empieza y termina de manera fuerte** – Captura el interés de la gente desde el primer momento y déjales con un mensaje que recordarán. No pongas todos tus esfuerzos en el cuerpo central de la presentación. Si fallas en atraer la atención desde el principio, no se concentrarán.
- **Usa ejemplos** - Utiliza diversos ejemplos para apoyar tus ideas: historias, ejemplos de la vida real, metáforas, etc. para mantener su mente ocupada.

Un tipo especial de presentación es aquella que busca persuadir. La Secuencia Motivadora de Monroe, consistente en cinco pasos, te ofrece un marco para este tipo de presentación:



- **Consigue la atención de tu audiencia** – Usa un “gancho” emocionante o punto de apertura, como una estadística sorprendente o una imagen motivadora. Se provocador y estimulante.
- **Crea una necesidad** – Convince a la audiencia de que hay un problema, explícale como le afecta y convéncele de que las cosas tienen que cambiar.
- **Define tu solución** – Explica lo que crees que se necesita hacer.
- **Describe una imagen detallada de éxito (o fracaso)** – Da a la audiencia una visión clara; algo que pueda ver, oír, probar y tocar.
- **Pide al público que haga algo de manera urgente** – Ten involucrada a la audiencia desde el primer momento. Mantenlos ocupados.

En conexión con la persuasión, observa el Triángulo Retórico. Considera tu comunicación desde tres perspectivas: la del escritor, la de la audiencia y la del contexto. Es un método que construye credibilidad y asegura que tus argumentos son lógicos y fáciles de seguir.

Estos consejos pueden ayudarte:

- **Practica para construir confianza** – Si practicas, tu charla sonará natural y genuina. No memorices necesariamente tu presentación, pero familiarízate con el contenido de manera que seas capaz de hablar de manera fluida y cómoda y ajústalo como sea necesario.
- **Se flexible** – Esto sólo es posible si conoces el material. Nunca presentes algo que acabas de aprender la noche anterior. Si no estás seguro sobre algo, simplemente admítelo e intenta encontrar la respuesta.
- **Agradece los comentarios del público** – Este es un signo de que el presentador conoce su tema. Crea confianza en la audiencia y será mucho más probable que la gente respete tu conocimiento.
- **Usa ayudas visuales** – Tienes que controlar la cantidad exacta de información visual para no distraer a la audiencia de lo que estás diciendo.



- **Mantén las imágenes visuales simples y breves** – Demasiadas imágenes, tablas o gráficas son innecesarias. Tus diapositivas sólo deben atraer la atención hacia el mensaje principal. Nunca molestes a tu audiencia con cada detalle. Las diapositivas deben centrarse sólo en el mensaje general.
- **Maneja tu estrés** – La confianza está en relación con cómo manejar tus niveles de estrés.

Si te sientes demasiado nervioso antes de una presentación, prueba alguna de estas herramientas de manejo del estrés:

- Usa técnicas de relajación física, por ejemplo, respira profundo y visualiza, para calmar tu cuerpo y aliviar tu tensión
- Imagínate a ti mismo dando una presentación con éxito mientras mantienes la calma
- Aprende estrategias para construir tu autoconfianza en general. Lo más seguro que estés de ti mismo y tus habilidades, lo más natural que te sentirás en frente de la gente.

Cuando presentas con confianza y autoridad, tu audiencia probablemente ponga atención como a alguien que merece la pena atender. Así que “aparenta” si es necesario, convirtiendo tu ansiedad en energía creativa y entusiasta.

Presentando con confianza

Pon Atención al Lenguaje Corporal.

Tipos de comunicación no verbal

De acuerdo con los expertos, la mayor parte de nuestra comunicación es no verbal. Cada día, respondemos a miles de señales y comportamientos no verbales incluyendo posturas, expresiones faciales, miradas, gestos y tono de voz. Desde nuestros apretones de mano a nuestro corte de pelo, los detalles no verbales revelan quiénes somos e influyen cómo nos relacionamos con los demás.



La investigación científica sobre la comunicación y comportamiento no verbal comenzó en 1872 con la publicación de “La Expresión de las Emociones en el Hombre y los Animales” de Charles Darwin.

Los principales factores de comunicación no verbal

1. Expresiones faciales

Las expresiones faciales son responsables de una alta proporción de la comunicación no verbal. Considera cuánta información puede ser transmitida con una sonrisa o con un fruncido de cejas. Mientras la comunicación y el comportamiento no verbal pueden variar dramáticamente entre culturas, las expresiones faciales para alegría, tristeza, rabia y miedo son similares a lo largo de todo el mundo. Piensa por un momento cuánto puede una persona transmitir con tan sólo una expresión de la cara. Una sonrisa puede indicar aprobación o felicidad mientras fruncir el ceño puede señalar desaprobación o infelicidad. En algunos casos, nuestras expresiones faciales pueden revelar nuestros verdaderos sentimientos sobre una situación particular. Mientras dices que te sientes bien, la mirada en tu cara puede decir a la gente de otra manera.

Las emociones expresadas a través de expresiones de la cara incluyen felicidad, tristeza, rabia, sorpresa, disgusto, miedo, confusión, entusiasmo o deseo. El Detective Paul Ekman ha encontrado confirmación de la universalidad de una variedad de expresiones faciales ligadas a emociones particulares incluyendo alegría, rabia, miedo, sorpresa y tristeza.

2. Gestos

Gestos comunes incluyen saludar con la mano, señalar y usar dedos para indicar cantidades numéricas. Otros gestos son arbitrarios y relacionados con la cultura.

3. Paralingüística

La paralingüística se refiere a la comunicación vocal que está separada del lenguaje real. Esto incluye factores como el timbre de voz, volumen, inflexión y tono. Considera el poderoso efecto que el tono de voz puede tener en el significado de



una frase. Cuando se habla en un tono fuerte de voz, el oyente puede interpretar aprobación y entusiasmo. Las mismas palabras dichas con un tono de voz dubitativo pueden transmitir desaprobación y falta de interés.

4. Lenguaje y posición corporal

La posición y el movimiento pueden también transmitir mucha información. La investigación en el lenguaje corporal ha crecido significativamente desde los 70, pero los populares medios de información se han centrado en la sobreinterpretación de posturas defensivas, cruce de brazos y de piernas, especialmente tras la publicación de libro “Lenguaje Corporal” de Julio Fast. Mientras estos comportamientos no verbales pueden indicar sentimientos y actitudes, la investigación sugiere que el lenguaje corporal es mucho más sutil y menos definido de lo que se creyó previamente.

De acuerdo con varios investigadores, el lenguaje corporal se estima que representa de un 50 a un 70 % de toda la comunicación. Comprender el lenguaje corporal es importante, pero también es esencial recordar apuntar otras indicaciones como el contexto y mirar a las señales como grupo, mejor que centrarse solamente en una acción individual.

5. Proxémica

“El Espacio Personal” es también un tipo importante de comunicación no verbal. La cantidad de distancia que necesitamos y la cantidad de espacio que percibimos como que nos pertenece está influida por normas sociales, factores de situación, características personales y nivel de familiaridad. Por ejemplo, la cantidad de espacio personal que se necesita cuando tenemos una conversación casual con otra persona normalmente varía de 45 a 120 cm. Por otro lado, la distancia personal que se necesita cuando se habla a una muchedumbre de gente está entre los 3 y 3.5 metros.

6. Mirada

Mirar, hacerlo fijamente y pestañear pueden ser también importantes comportamientos no verbales. Cuando la gente encuentra otra gente o cosa que



le gusta, la frecuencia de parpadeo se incrementa y las pupilas se dilatan. Mirar a otra persona puede indicar un abanico de emociones, incluyendo hostilidad, interés y atracción.

7. Háptica

La comunicación a través del tacto es otro comportamiento no verbal importante. Existe una gran cantidad de investigación sobre la importancia del tacto en la infancia y en la primera niñez. El tacto puede ser usado para comunicar afecto, familiaridad, simpatía y otras emociones.

8. Apariencia

Nuestra elección de colores, vestimenta, accesorios y otros factores que afectan a la apariencia son parte de la comunicación no verbal. Distintos colores pueden evocar diferentes estados de ánimo. La apariencia puede también modificar reacciones fisiológicas, juicios e interpretaciones. La primera impresión es importante, no sólo a la hora de enamorarse si no también a la de hablar en público.

Estar derecho de pie, tomar respiraciones profundas, mirar a la gente a los ojos y sonreír. No apoyarse en una pierna o usar gestos que se sientan antinaturales.

Mucha gente prefiere hablar detrás de un estrado cuando hacen sus presentaciones. Si bien estos pueden ser útiles para sujetar anotaciones, colocan una barrera entre el público y tú. En lugar de permanecer detrás de un estrado, habla y utiliza gestos para atraer a la audiencia. Este movimiento y energía también aparecerá en tu voz, haciéndolo más activo y apasionado. Pon atención a tus gestos. ¿Parecen naturales? Asegúrate de que la gente los pueda ver.

Por último, debes estar atento a como manejas las interrupciones, como un estornudo o una pregunta para la que no estabas preparado. ¿Muestra tu cara sorpresa, duda o molestia? Si es así, practica cómo manejar interrupciones como ésta de manera suave, para ser mejor la próxima vez.



Más pistas útiles

Piensa en Positivo

El pensamiento positivo puede hacer gran diferencia en el éxito de tu comunicación porque te ayuda a sentirte más seguro.

Visualízate haciendo una presentación exitosa e imagina cómo te sentirás una vez haya acabado, cuando hayas hecho una diferencia positiva en los demás. Usa afirmaciones positivas como “Estoy agradecido de que tengo la oportunidad de ayudar a mi audiencia” o “¡Voy a hacerlo bien!”

Afrontar los nervios

Mucha gente cita al hablar en público como su mayor miedo y el miedo al fallo está a menudo en su raíz. Hablar en público puede llevarte a una respuesta de tipo “pelea o huye” para empezar a funcionar: la adrenalina recorre tus venas, tu ritmo cardiaco se acelera, sudas y tu respiración se vuelve rápida y poco profunda. A pesar de que estos síntomas pueden ser molestos o incluso debilitadores, el Modelo U-Invertida muestra que una cierta cantidad de presión mejora la presentación. Cambiando tu esquema mental, puedes usar esa energía nerviosa a tu favor.

Primero, haz un esfuerzo para dejar de pensar en ti mismo, tus nervios y tu miedo. En su lugar, céntrate en la audiencia: lo que cuentas es “sobre ellos”. Recuerda que tú estás intentando ayudarles o educarles de alguna manera y tu mensaje es más importante que tu miedo. Concéntrate en las necesidades de la audiencia en lugar de las tuyas.

Usa ejercicios de respiración profunda para bajar tu ritmo cardiaco y dar a tu cuerpo el oxígeno que necesita para actuar. Esto es especialmente importante justo antes de hablar. Respira profundamente con el abdomen, aguanta varios segundos y déjalo salir lentamente.

Las multitudes son más intimidatorias que los individuos, así que piensa en tu charla como en una conversación que estás teniendo con otra persona. Céntrate en una cara amistosa cada vez y habla a esa persona como si fuera la única en la habitación.



Visualiza Grabaciones de tus Charlas

Cuando sea posible, graba tus presentaciones y charlas. Puedes mejorar tus habilidades retóricas considerablemente al verte a ti mismo más tarde y después trabajando en mejorar las áreas que no fueron bien.

Controlando el entorno

- Intenta reducir riesgos potenciales en tu presentación
- Practica en la sala de representación – Hazte familiar con la habitación y el equipamiento
- ¿Tienes problemas accediendo a tu archivo de PowerPoint?
- ¿Alcanza el micrófono hasta los lugares por los que quieres andar?
- ¿Puedes mover el estrado?
- ¿Pueden hacerte resbalar las escaleras?
- Haz tu propia preparación – No se lo dejes a otra gente
- Prueba tu control del tiempo – Calcula cuánto te llevará cada parte de la presentación y esto ayudará a planear cuánto tiempo tendrás para preguntas y otras interacciones del público
- Acaba tu presentación a tiempo. Se considerado y cíñete tu programa tanto como sea posible
- Puntos Clave
- Presentar da miedo pero es inevitable. Encuentra oportunidades para practicar los consejos anteriores.

Estrategias Para Llegar A Ser Mejor Orador

Hablar en público es una habilidad que se puede aprender. Así que para llegar a ser mejor orador y presentador:

- Planifica Debidamente
- Primero, asegúrate de que planeas tu comunicación de manera adecuada. Piensa cómo vas a estructurar tu mensaje



- Piensa cuán importante es el primer párrafo de un libro; si no te engancha, probablemente lo dejes
- Empieza con una estadística interesante, cabecera, hecho o historia para hacer una apertura fuerte
- Entrevistas Expertas con Annette Simmons y Paul Smith ofrece algunos consejos útiles para llevar a cabo todo esto.

Planear también te ayudará a pensar sobre la marcha. Esto es esencial para una pregunta impredecible y sesiones de preguntas o comunicados de última hora.

Consejos

Recuerda que no todas las charlas públicas estarán programadas. Puedes realizar buenos discursos improvisados con ideas y mini-charlas ya preparadas anteriormente. También ayuda tener un conocimiento bueno y profundo de lo que sucede en tu organización.

Práctica

“¡La práctica hace la perfección!” como dice el refrán. Para tener práctica, intenta encontrar ocasiones para hablar en frente de otros (por ejemplo haciendo brindis, formando a un grupo de otro departamento, presentándose voluntario para hablar en reuniones de equipo.)

Practica muchas veces solo, usando los recursos en los que confiarás en el evento.

Involúcrate con tu Audiencia

Intenta involucrar a tu audiencia. Esto te hará sentir menos aislado como orador y mantendrá a todos participativos con tu mensaje. Haz preguntas destacadas dirigidas a individuos o grupos y anima a la gente a participar y a hacer preguntas, pero solamente al final. Evita las palabras “simplemente”, “creo”, “realmente”. En su lugar, di lo que son las cosas, se claro y directo.

Pon atención a la manera en la que estás hablando: ralentiza respirando profundamente. No tengas miedo de recopilar tus pensamientos; las pausas son una parte importante de la conversación y te hacen sentir seguro de ti mismo, natural y auténtico.



Nunca lees palabra a palabra de tus notas. En su lugar intenta memorizar lo que vas a decir o usa tus fichas de apoyo cuando lo necesites.

Puntos Clave

Para llegar a ser un mejor orador:

- Planifica debidamente
- Practica
- Involúcrate con tu audiencia
- Pon atención al lenguaje corporal
- Piensa de manera positiva
- Afronta tus nervios
- Mira grabaciones de tus charlas

Hablar bien en público puede ayudarte a conseguir un trabajo o un ascenso, aumentar la conciencia sobre tu equipo u organización y educar a otros. Lo más que te obligues a hablar en frente de otros, mejor que llegarás a ser.

Recuerda el dicho: “Roma no se construyó en un día.”



Sección A9: Competiciones-Eventos y MATHeatre

Las matemáticas y las competencias pueden ser combinadas de varias maneras; la competición MATHeatre es una de ellas. En este capítulo, vamos a establecer las directrices de cómo organizar una competición o evento.

I. Planeamiento y Administración

Todo evento bien planeado te ahorrará tiempo, recursos y dinero. Debes ser capaz de descomponer los papeles clave y tareas de cada uno de los miembros de tu equipo de tal manera que puedas proceder de manera efectiva. Determinar tu audiencia a la que está dirigido y si la competición/evento es local, nacional o internacional. Después de identificar tu audiencia, intenta recoger detalles de contacto (direcciones de correo, postales, etc.) para crear una base de datos que te permita a enviar invitaciones, información, promociones, etc. Debemos recordar que los responsables de tomar decisiones (ministros de educación, directores de escuela, agencias nacionales, etc.) pueden jugar un papel muy importante para la diseminación de tu competición/evento. Si el número de participantes es alto (más de 200 estudiantes), es mejor separar la competición/evento en más de una fase.

II. Lugar y fecha

Encontrar un lugar y establecer una fecha es probablemente la mayor dificultad que se encuentra a la hora de organizar un evento con éxito. Es difícil continuar con otros aspectos del plan general hasta que hayas superado estos dos obstáculos clave. Se recomienda que examines ambas cuestiones a la vez: selecciona un grupo de fechas ideal y busca locales potenciales para encontrar lo que se te adapte mejor.

Es crucial escoger una buena fecha para tu competición/evento para evitar competir con otros eventos en tu zona que atraigan a la misma audiencia. Para lograr la mejor planificación posible, debes comprobar que la fecha de tu evento/competición no entra en conflicto con ningún otro evento popular. De manera adicional, debes tomar en consideración vacaciones y los calendarios universitario y escolar para evitar programar la competición/evento durante fechas de exámenes.



Escoger un lugar es uno de los pasos más importantes a la hora de organizar una competición/evento. Una mala elección puede debilitar incluso los eventos mejor preparados mientras una buena puede hacer a un evento incluso mejor. Cuando se está buscando un local, debes tener en cuenta el gasto potencial. Asegúrate de comprobar los gastos del local (local, seguridad, catering, etc.) para verificar que se ajusta a tu presupuesto. Así mismo, comprueba que cubre todas tus necesidades. Por ejemplo, podrías necesitar un local que tenga suficientes plazas de aparcamiento, una sala de presentaciones con proyector y que tenga un tamaño adecuado para tu evento. Debes tener en cuenta también que si tu evento dura más de un día la asistencia puede variar, especialmente los fines de semana, así que tendrás que manejar tu espacio de manera adecuada.

III. Presupuesto

Es responsabilidad del equipo organizativo llevar las cuentas de todos los gastos del evento. Para empezar a planear tu presupuesto, primero debes considerar cuántos asistentes estás esperando ya que te dará una impresión directa para tu elección del local, suministros, comida y equipamiento. Tan pronto como tengas una idea clara de la escala de tu competición/evento estarás listo para avanzar. Incluso si cada evento puede salir distinto, debes ser capaz de identificar y desglosar tus gastos principales. De manera indicativa, debes ser capaz de estimar tus gastos teniendo en cuenta el coste de:

- Local
- Comida y bebidas
- Suministros y Equipamiento
- Marketing/Promoción
- Viaje y Alojamiento
- Regalos y Recuerdos.

Además, donde sea posible, debes aspirar a usar voluntarios para evitar contratar a profesionales para las tareas que no requieren un alto grado de experiencia. También, una buena manera de abordar alguno de los costes es encontrar patrocinadores que estén dispuestos a compartir algunos de los gastos.



IV. Promoción

La promoción es seguramente el aspecto más difícil y consumidor de tiempo a la hora de organizar de un evento. También es extremadamente importante, ya que es en tu mejor interés promover tu evento para maximizar la asistencia. Esto puede hacerse de muchas maneras con diversos costes. Serás forzado a ser proactivo, extrovertido y debes estar listo para hacer nuevas conexiones. Cuando promociones tu evento debes tener una idea clara de tu objetivo demográfico e intentar centrar tus esfuerzos a través de canales que sean más accesibles para ellos. A mayor variedad e imaginación que uses en tus esfuerzos de difusión, más gratificante serán los resultados. El uso de los medios sociales de comunicación es altamente recomendado ya que es gratis y permite alcanzar a una audiencia que de otro modo sería inaccesible. De manera adicional, dependiendo del presupuesto, deberías plantearte la promoción en radio y televisión. También deberías imprimir carteles y folletos y distribuirlos en escuelas, universidades, ONGs, etc. que puedan estar interesados en tu evento. En muchos casos, es muy recomendable crear una página web o publicitar a través de la de tu organización, dando información específica (mapas, precio de la entrada, preguntas frecuentes, etc.). Debes recordar que tener una página web bien organizada y divertida con abundante contenido es la mejor manera de convertir su tráfico en inscripciones.

V. Oradores y jueces

Un orador de alto nivel es siempre una buena manera de crear expectación alrededor de tu evento. En algunos casos, también te puede ayudar a promocionar tu evento/competición e incluso a vender entradas. Dependiendo de tu evento deberías cubrir todo el tiempo asignado a hablar de manera adecuada y manejar tu tiempo de forma efectiva.

Tener un panel de Jueces para evaluar la presentación final es una manera de proveer valor añadido a tu evento. De forma similar a con los oradores principales, deberías tener como objetivo uno o dos jueces de alto nivel para incrementar la credibilidad de tu competición/evento y que sirva también como un elemento añadido de promoción.



PART B: MATHeatre COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

Contenido matemático y ejemplos

Integración de MATHeatre en el proceso de aprendizaje

En las OBSERVACIONES GENERALES y en la PARTE A de esta guía se establece claramente una idea de las ventajas de usar el enfoque teatral en el aprendizaje de las matemáticas. Los razonamientos de que MATHeatre forma una herramienta de motivación, que promueve las habilidades de comunicación y de que puede mejorar el aprendizaje matemático han sido ya presentados. Los diversos tipos de actividad y el enfoque para aprovecharlo y vincularlo al plan de estudios han sido igualmente explicados. El papel del profesor o del estudiante como director, tanto como el fondo teórico, fueron también analizados. Sin embargo, está bastante claro que algunos ejemplos apoyarán estas ideas. Por ese motivo, tenemos que asegurarnos de que estos elementos están en línea con las responsabilidades de un profesor para cumplir lo que es parte del programa de estudios teniendo en cuenta el tiempo y los medios que están a su disposición. Por esta razón, han sido producidas diversas herramientas de apoyo bajo el título HERRAMIENTAS/MATERIAL DE APOYO, que son los resultados de este proyecto, y que acompañan el presente manual.

Las herramientas de apoyo proveen muchos ejemplos de prácticas en este área. De manera adicional, existen análisis y comentarios en varios de estos guiones o historias asociándolos a los campos de las matemáticas a los que se refieren, la edad del grupo de alumnos para la que son apropiadas, los resultados/objetivos pedagógicos que pueden alcanzarse a través de ellos, etc.



Para las presentaciones de la PARTE A es obvio que el acercamiento MATHeatre puede ser implementado del siguiente modo:

(a) En representaciones teatrales que apoyan de manera implícita el plan de estudios matemático

Estas actividades son preparadas de manera formal y normalmente tienen lugar:

- A través de obras teatrales que van a ser representadas en un evento en la escuela
- A través de la participación en una competición
- A través de una representación especialmente diseñada en una clase.

(b) En representaciones que de manera explícita e inmediatamente apoyan el plan de estudios matemático

Estas actividades son normalmente parte de las actividades diarias en la clase de matemáticas y son preparadas en términos simples con uso limitado de vestuario teatral. Pueden ser preparadas y presentadas:

- A través de la adaptación o la preparación de un guión especialmente diseñado por el profesor para mejorar el aprendizaje de un concepto, proceso u otra actividad matemática que sea parte del programa para ese grupo de edad concreto y durante el tiempo apropiado, tomando en consideración el trasfondo de los alumnos y los objetivos matemáticos asociados.
- A través de la adaptación o preparación de un guión especialmente diseñado por los alumnos para mejorar el aprendizaje de un concepto, proceso u otra actividad matemática que sea parte del programa de estudios para ese grupo de edad concreto y durante el tiempo apropiado tomando en consideración el trasfondo de los alumnos y los objetivos matemáticos asociados. Obviamente esta preparación debe ser bajo la asistencia del profesor (quizás como parte del proyecto).



Sección B1: Ejemplos/Ilustraciones del uso de MATHeatre fuera de una clase normal de matemáticas

Ejemplo 1

Pide a los participantes ver un video de la base de datos del proyecto Le-math relacionado con las competencias. (Las herramientas/material de acompañamiento abarcan una gran cantidad de estos videos).

- a) Por favor analizarlo de acuerdo con los normas del Libro de Análisis
- b) Por favor evaluarlo de acuerdo con el criterio para evaluar la competición MATHeatre.

Ejemplo 2

Actividad: Tomar parte en una competición de MATHeatre local, usando un guión existente.

- ¿Cuáles son los pasos preparatorios para esta participación?
- ¿Cuáles son las expectativas de esa participación?
- ¿Cómo vas a aprovecharlo?

Ejemplo 3

Actividad: Tomar parte en una competición local MATHeatre usando un guión elaborado por ti mismo usando Historias Matemáticas o adaptando una obra existente.

- ¿Cuáles son los pasos preparatorios para esta participación?
- ¿Cuáles son las expectativas de esa participación?
- ¿Cómo vas a aprovecharlo?



Ejemplo 4

Actividad: Buscar en internet o en otras fuentes una historia relacionada con los valores de las Matemáticas. Basado en ella, desarrollar un guión para una obra teatral dentro del espíritu de los ejemplos usados en el Manual de Buenas Prácticas.

Pedir a determinados alumnos preparar una representación para este guión y presentarlo a los estudiantes de la edad adecuada en una tarde establecida de antemano para actividades extracurriculares en la escuela.

Diseñar un debate tras la representación dando la oportunidad a los estudiantes reflexionar sobre la moral, estética y otros valores de las matemáticas.

Ejemplo 5

Como profesor, quieres ayudar a las chicas a librarse de su miedo y disgusto por las matemáticas. En este contexto, creo que presentar una obra teatral sobre Hypatia puede ser una buena oportunidad. Así se puede decidir desarrollar esa representación como parte del evento del Día de la Mujer. Puedes basarlo en la historia de Hypatia y en la imagen siguiente, la cual es parte del cuadro de Rafael "La Escuela de Atenas", representando a Hypatia junto a una serie de otros eruditos del mundo antiguo:

Pide a los alumnos preparar un guión, como parte de un proyecto, y procede a su presentación en una representación teatral en la escuela. En este empeño pueden obtener información de diversos medios como:

1. Eves, H. W. (1964). *"An introduction to the history of mathematics"* (5th ed.). New York, NY: The Saunders Series.
2. Grinstein, L. S. and Campbell, P. J., ed. *"Women of mathematics."* New York, NY: Greenwood Press.
3. McLeish, J. (1991). *"The story of numbers."* New York, NY: Fawcett Columbine.
4. Osen, L. M. (1992). *"Women in mathematics."* Cambridge, MA: The Massachusetts Institute of Technology.



“La Escuela de Atenas” de Rafael



Sección B2: Ejemplos/Ilustraciones del uso de MATHeatre en el contexto de una clase normal de matemáticas

Como se ha mencionado anteriormente, este enfoque obviamente es un campo de valor añadido para el aprendizaje matemático. A la vista de esto, el profesor tiene que hacer un trabajo preparatorio uniendo el acercamiento MATHeatre a los temas que tiene que realmente enseñar. Para ello, pueden ayudar las siguientes ideas:

Ejemplos de fichas de tipo secuencial ya preparadas (nivel, número de participantes, materia, tiempo, preparación, proceso):

Ficha N°: **Título:** *Resolviendo ecuaciones lineales*

Nivel: 5º / de 12 a 13 años

Objetivos: Contenido matemático/pedagógico: Entender la técnica de resolución de ecuaciones. Hacer sentir a los estudiantes en sus movimientos la técnica matemática de la resolución de ecuaciones lineales.

Duración: de 15 min. a 1 hora.

Participación: toda la clase: el profesor escoge el número de actores, el resto de los alumnos son audiencia. Los actores se pueden mover solos o la audiencia puede decirles qué hacer.

¿Dónde?: En la clase.

Material que se necesita: la pizarra, una silla (equivalente al signo “=”), dos colores distintos de camisetas (o ropas negras/blancas) o máscaras ...

Apoyo pedagógico: ninguno o simplemente el video explicando las normas: http://www.dailymotion.com/video/x6p7h8_mathematique_creation#.UcFkydgriZc.

¿Qué hacer antes?: Explicar las reglas del juego.

Procedimiento: El profesor escribe una ecuación en la pizarra, pide a alumnos voluntarios representar la “x” o a un número. Los alumnos se organizan para formar la ecuación y después resolverla mientras se mueven por la escena.

¿Qué hacer después? Hacerlo de nuevo, incrementar la dificultad, dejar a los estudiantes crear sus propias ecuaciones que resolver, encontrar problemas y como solucionarlos ...



Después, el profesor establece la relación que hay con el método matemático usual para resolver una ecuación.

Observaciones: Es interesante para los alumnos ser actores en esta actividad porque pueden apropiarse del método matemático de resolver ecuaciones con su cuerpo mientras se mueven, pero también al estar en entre el público, porque la audiencia tiene un mejor punto de vista de la ecuación en general y la distancia de la escena ayuda a visualizar mucho mejor la técnica matemática.

El profesor hará cambiar el papel de los alumnos en esta actividad de manera inteligente.

Variantes: Hacerlo de nuevo, aumentando la dificultad, imaginar otras ecuaciones.

Fichas en blanco para ser rellenas por los profesores sobre su propia experiencia, se puede crear fácilmente un archivo de estas diversas experiencias:

Ficha N°:

Nivel:

Objetivos:

Duración:

Participación:

¿Dónde?

Material necesario:

Apoyo pedagógico:

¿Qué hacer antes?

Procedimiento:

¿Qué hacer después?

Observaciones:

Variantes:



Los siguientes ejemplos son un indicativo asociado para el enfoque en este caso (Sección B).

EJEMPLO 1

La “historia de un éxito”, 3er lugar en una competición MATHeatre en 2014.

El Reino de los Números Primos



3er premio en la competición MATHeatre en 2014, categoría de 9 a 13 años, Escuela ZS Fr. Plaminkove, República Checa

Preparación

A los profesores en formación se les presenta el concepto de competición MATHeatre enseñando y aprendiendo matemáticas a través del teatro matemático. Hablan sobre los modos en el cual las matemáticas pueden ser más interesantes y entretenidas para los alumnos y los estudiantes y debaten la idea de la metodología propuesta.

Realización

A los profesores en formación se les presenta la unidad educativa El Reino de los Números Primos. Se llevo a cabo en las siguientes fases:

Fase 1: Dos clases de matemáticas en inglés (CLIL) en las cuales a los alumnos se les introdujo al concepto de números primos, la Criba de Eratóstenes, números primos gemelos y omirps. En estas dos clases los alumnos aprendieron el vocabulario y los conceptos matemáticos necesarios.



Fase 2: Una lección: El profesor presenta el concepto de obra teatral sobre los números primos y presenta el guión básico (un príncipe debe escoger a una princesa, la princesa intenta resolver tareas sobre números primos, el príncipe se casará con la princesa que resuelva más tareas de manera correcta). Se invita a los alumnos a aportar con posibles personajes y su papel en la historia. El objetivo es involucrar a cada alumno y dejarles desarrollar el guión básico. (Alumnos – con la ayuda del profesor – aportan personajes como consejeros, doncellas, reina, narrador, etc.)

Fase 3: Cinco lecciones: Los alumnos desarrollan y ensayan la obra.

A los profesores en formación se les enseña un video con El reino de los Números Primos.

El escenario

El Rey Primo Segundo decide que es hora para su hijo Primo Tercero de casarse. Invita a dos princesas (Factoria and Compositia) y sus doncellas al castillo y de manera gradual les prepara tres tareas sobre números primos. Hay dos consejeros que no quieren que se case el príncipe ya que quieren el trono para ellos. Por lo tanto intentan sugerir a las princesas respuestas equivocadas y prevenir su victoria. Las tareas son:

1. *¿Cuántos números primos hay entre 1 y 50?* (El consejero sugiere una respuesta equivocada a una de las princesas. La correcta la proporciona la doncella de Compositia, la cual utiliza la Criba de Eratóstenes para resolverla).
2. *¿Cuántos números primos gemelos hay entre 1 y 50?* (El otro consejero sugiere una respuesta equivocada a Compositia. La respuesta correcta la proporciona la doncella de Factoria. De nuevo usa la Criba de Eratóstenes para resolverlo más el conocimiento adicional de la diferencia de 2).
3. *¿Cuántos omirps hay entre 1 y 50?* (La respuesta correcta la proporciona la doncella de Compositia. Compositia contesta y se muestra más sabia. El príncipe ve la diferencia y se enamora de ella).



La obra termina con la victoria de Compositia y la propuesta de matrimonio del príncipe.

Tareas posteriores

Los profesores en formación debaten sobre el video con relación a:

- El contenido matemático
- La presentación
- El lenguaje

Trabajan en parejas para proponer posibles mejoras a la obra.

Desarrollan un plan de clases en el que harán uso de este cuento de hadas El Reino de los Números Primos. ¿Qué precedería, qué seguiría?

Seguimiento

Tareas para cada profesor de formación – La preparación de un cuento de hadas es adecuada para introducir y practicar otros muchos conceptos matemáticos a parte de los números primos. Usa el mismo argumento pero propón otro posible contenido matemático.

EJEMPLO 2

Segundo premio de la competición de guiones Le-Math:

Geoland

Escrito por Marliena Vilciu y Theodor Draghici de Rumania

Ver el análisis de la obra Geoland, página 10 del manual de guiones para MATHeatre, para identificar si es de utilidad y en qué momento en tus clases.

Comenta sobre la utilidad de este análisis en tu enseñanza identificando, en particular:



- (a) Qué puede ser de ayuda y por qué
- (b) Qué consideras desechable y por qué

Después ve al guión exacto en el Manual y estúdialo. ¿Hasta qué extremo refleja éste el análisis que lees y los comentarios en a) y b)?

¿Qué arreglos vas a fomentar para usarlo en tus clases (durante una lección)?

EJEMPLO 3

El Mago

Una obra teatral para demostrar los “poderes mágicos” escondidos detrás de los procesos y conceptos matemáticos.

Esta obra ha sido diseñada de tal manera que:

- a) Puede proporcionar motivación para el estudio de las matemáticas.
- b) Puede proporcionar el fondo para la comprensión y realización de la necesidad de factorización en números primos en el conjunto de los números Enteros.
- c) Puede proporcionar el foro de discusión de las propiedades extraordinarias de los números y una oportunidad de hacer referencia a su papel en la historia de la civilización.
- d) Puede demostrar el proceso de resolución de problemas y proporcionar algunos aspectos que lo dirijan.
- e) Puede proporcionar oportunidades de reflexión en los valores de las matemáticas.
- f) Puede demostrar el valor de la reflexión y razonamiento a través de actividades matemáticas.



Personajes

El Mago: Una persona que lleva un sombrero alto

Andrew: Un alumno de 12 años

Mary: Una alumna de 12 años

La Profesora: Una mujer formalmente vestida para enseñar, de alrededor de unos 35 años de edad

ACTO I ESCENA 1

En la habitación de Andrew, por la tarde, se encuentra sentado en su mesa de trabajo mirando un libro abierto. Mary también está sentada allí en una silla frente a él.

Andrew: ¿Qué diantres significa un número primo? ¿Y por qué tenemos que averiguar su significado? ¿Piensas que tiene algún uso el saberlo? De acuerdo, entiendo que es útil tener un conocimiento de la división, ya que la usamos para dividir, por ejemplo 12 caramelos a 3 personas. Pero ¿cuál es el uso de un número primo?

Mary: Tienes razón. Es otra idea de los matemáticos para torturarnos.
De repente una persona, El Mago, entra en la habitación con un estilo triunfal.

El Mago: Soy un mago, os demostraré que puedo leer vuestros pensamientos sin que digáis nada.

Andrew y Mary: ¡Bromeas! ¡Es imposible! Estás loco por decir tal cosa. No existen ese tipo de criaturas en el mundo real, tan sólo en fábulas.

El Mago: Esperad un minuto y os lo puedo probar.

Andrew y Mary: ¿Cómo?

El Mago: Pensad en un número entero de tres cifras y repetid de nuevo el que habáis pensado escribiéndolo a la derecha del número original, de tal manera que forméis un número de 6 cifras. Por ejemplo, si habéis pensado en el 352 entonces el número de 6 cifras es el 352352.



Andrew

y **Mary:** ¡De acuerdo, listos!

El Mago: Ahora dividid ese número de 6 cifras por 7. Podéis usar una calculadora si queréis acelerar los cálculos.
(una pequeña pausa para darles el tiempo de realizar la operación)
Afirmo que el cociente que habéis encontrado al hacer esta división es un número entero. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y un poco avergonzados)*
Tienes razón.

El Mago: Ahora dividid este cociente que habéis encontrado entre 11.
(una pequeña pausa para darles el tiempo de realizar la operación)
Afirmo que el cociente que habéis encontrado al hacer esta división es un número entero. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y más avergonzados)*
Tienes razón.

El Mago: Ahora dividid este cociente que habéis encontrado entre 13.
(una pequeña pausa para darles el tiempo de realizar la operación)
Afirmo que el cociente que habéis encontrado al hacer esta división es un número entero. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y un poco avergonzados)*
Tienes razón.

El Mago: Además, afirmo que este último cociente que habéis hallado es el número de 3 cifras que pensasteis inicialmente. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y sorprendidos)*
Tienes razón. ¿Pero cómo lo has podido averiguar?

El Mago: Os lo dije, soy un mago y puedo leer vuestros pensamientos.



ACTO II

ESCENA 1

El día después en clase los dos alumnos aparecen sorprendidos, sentados y hablando de la experiencia que habían tenido el día anterior con el MAGO.

Andrew: Mary, no puedo comprender cómo ese hombre pudo ayer adivinar todos esos detalles sin contarle nosotros nada. ¿Crees que realmente es un mago?

Mary: Yo tampoco puedo comprenderlo. A lo mejor algunas personas tienen ese don.

La Profesora: Andrew y Mary ¿de qué estáis hablando?

Andrew

y Mary: Oh, señorita. Ayer cuando estábamos estudiando de repente un mago entró en la habitación y nos paso lo siguiente ...

ESCENA 2

El mago entra en la habitación de manera repentina. Los dos alumnos repiten el diálogo que tuvieron ayer con el mago.

El Mago: Soy un mago, os demostraré que puedo leer vuestros pensamientos sin que digáis nada.

Andrew

y Mary: ¡Bromeas! ¡Es imposible! Estás loco por decir tal cosa. No existen ese tipo de criaturas en el mundo real, tan sólo en fábulas

El Mago: Esperad un minuto y os lo puedo probar.

Andrew

y Mary: ¿Cómo?

El Mago: Pensad en un número entero de tres cifras y repetid de nuevo el que habíais pensado escribiéndolo a la derecha del número original, de tal manera que forméis un número de 6 cifras. Por ejemplo, si habéis pensado en el 352 entonces el número de 6 cifras es el 352352.



Andrew

y **Mary:** ¡De acuerdo, listos!

El Mago: Ahora dividid ese número de 6 cifras por 7. Podéis usar una calculadora si queréis acelerar los cálculos.
(una pequeña pausa para darles el tiempo de realizar la operación)
Afirmo que el cociente que habéis encontrado al hacer la división es un número entero. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y un poco avergonzados)*
Tienes razón.

El Mago: Ahora dividid este cociente que habéis encontrado entre 11.
(una pequeña pausa para darles el tiempo de realizar la operación)
Afirmo que el cociente que habéis encontrado al hacer esta división es un número entero. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y más avergonzados)*
Tienes razón.

El Mago: Ahora dividid este cociente que habéis encontrado entre 13.
(una pequeña pausa para darles el tiempo de realizar la operación)
Afirmo que el cociente que habéis encontrado al hacer esta división es un número entero. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y un poco avergonzados)*
Tienes razón.

El Mago: Además, afirmo que este último cociente que habéis hallado es el número de 3 cifras que pensasteis inicialmente. ¿Correcto?

Andrew

y **Mary:** *(de manera inquieta y sorprendidos)*
Tienes razón. ¿Pero cómo lo has podido averiguar?

El Mago: Os lo dije, soy un mago y puedo leer vuestros pensamientos.



ESCENA 3

El mago abandona la clase. El profesor sonríe y entonces empieza a preguntar.

La Profesora: Andrew, puedes decirme de que va el tema, es decir cuál es el problema con el que nos enfrentamos en este momento.

Andrew: Señorita, ¿quiere decir que nos enfrentamos con un problema matemático? No creo que este sea el caso.

La Profesora: Si, por supuesto. ¿Cuál es realmente el primer paso en el proceso de resolución de problemas?

Mary: Comprender el problema. ¿Pero dónde está tal problema? No tenemos ni datos ni los resultados que estamos buscando.

La Profesora: Andrew, ¿estás de acuerdo con que no tenemos datos?

Andrew: Creo que tenemos alguna información pero no veo como continuar.

Mary: Oh, señorita, tenemos como datos los tres números que usamos para las divisiones, es decir, el 7, el 11 y el 13.

La Profesora: ¿Es esa toda la información que tenéis? ¿Cómo empezó el mago su demostración?

Andrew: Ya veo. Pensó un número de 3 cifras.

Mary: Y entonces nos pidió repetir el número, formando así un número de 6 cifras.

Andrew: Y entonces comenzamos a dividir ese número de 6 cifras consecutivamente por 7, 11 y 13.

Mary: Y vimos que a cada paso obteníamos un cociente que era un número entero y finalmente alcanzamos el número inicial de 3 cifras.

La Profesora: Así que ¿cuál es el problema aquí?

Andrew: La pregunta es: ¿Por qué, al coger un número de 3 cifras, repitiéndolo de nuevo formando un número de 6 y después dividiéndolo consecutivamente por 7, 11 y 13 tenemos siempre divisiones perfectas y finalmente alcanzamos el número inicial que habíamos pensado?



La Profesora: Perfecto. Ahora ¿cuáles son los puntos importantes de nuestra información?

Mary: El hecho de que:

- 1) Repitamos el número de tres cifras para formar uno de 6
- 2) Lo dividamos de manera consecutiva por 7, 11 y 13
- 3) Alcancemos el punto del que partimos.

La Profesora: ¡Bien! Espero que todo el mundo se dé cuenta de los diferentes conceptos involucrados y de que hayáis comprendido el problema. Ahora, ¿cuál es el próximo paso al abordar el problema?

Andrew: Diseñar un plan, pero no puedo ver nada que me pueda ayudar.

La Profesora: Dejadme daros una pista. Si tenéis el número 24 y lo dividís por 2 y después por 3. ¿Cómo podríais obtener el mismo resultado con solo una división? ¿Y cuál es la relación del número original con el resultado y los divisores?

Mary: Obviamente dividiendo por 2 multiplicado por 3, o sea 6. Ah, ya veo, el plan es considerar el producto de los números 7, 11 y 13.

Andrew: Lo que da 1001 y entonces el producto de 1001 multiplicado por el original de 3 cifras debe ser el número de 6 cifras.

Mary: Es obvio cuál es nuestro planteamiento. Pasemos a la siguiente fase de aplicar el plan.

Andrew: ¡Eureka! ¡Eureka! Si multiplicas un número de 3 cifras por 1001 obtienes un número de 6 cifras que es el que podemos formar repitiendo en línea el dado de 3 cifras.

La Profesora: ¿Podéis ver ahora la solución del problema?

Mary: Sí, el mago estaba simplemente usando la última propiedad mencionada por Andrew, después hacía la operación inversa de la multiplicación, es decir la división, y después en lugar de hacer la división por 1001, repetía el proceso con sucesivas divisiones por 7, 11 y 13.

La Profesora: Ahora pasemos al siguiente paso de la resolución de problemas, es decir, repasar e investigar lo que hemos encontrado. ¿Funciona el proceso para cada caso y por qué?



El diálogo puede continuar de este modo añadiendo diálogos para otras escenas dependiendo en los objetivos del programa de estudios. Por ejemplo:

- (i) Elaboración de las propiedades divinas de los números
- (ii) Elaboración de la factorización en números primos y sus propiedades, etc.

Ejemplo 4

El Teorema de Pitágoras

Un tema muy importante que se incluye en todos los planes de estudio de matemáticas es el Teorema de Pitágoras. Este tema tiene interés puro matemático, un abanico muy amplio de aplicaciones, es un elemento de conexión entre varias áreas de las matemáticas (geometría, teoría de números, algebra, trigonometría) y es también una parte muy importante en la historia y la cultura de la civilización en general y en la historia de las matemáticas en particular. Consecuentemente, un enfoque de la presentación a través de una obra de teatral tiene muchas ventajas en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. El ejemplo que sigue a continuación presenta una versión que puede usarse en clase de matemáticas. Debe notarse que se pueden encontrar otras muchas obras con este tema como principal finalidad.

Personajes

Señor Nikos (Profesor de matemáticas)

Vasily (Encargado de obra)

Kostas (Cantinero)

Ayudantes de obra A y B

Estudiantes A, B, C

Hombres en la cafetería (papel silencioso)

Estudiantes (en clase, extras)



ESCENA I

Señor Nikos, Kostas y Vasilis, clientes de la cafetería.

En una cafetería del barrio. Unos clientes charlando, otros jugando backgammon. El Señor Nikos, profesor de instituto, entra y se sienta en una mesa.

Sr. Nikos: *(al cantinero)* Señor Kostas, ¿podría tomar un café, por favor? (desdobra un periódico sobre la mesa y empieza a leer. Al rato, el Señor Kostas trae el café) Señor Kostas, dígame. ¿Viene el encargado de obra, el maestro Vasily, a la cafetería cada día?

Kostas: Por supuesto, Señor Nikos. Estará aquí en cualquier momento. Ha llegado usted a tiempo para verlo.

Vasily: *(entra y saluda a todo el mundo)* ¡Buenas tardes a todos!

Sr. Nikos: ¡Maestro Vasily, bienvenido! ¿Sería tan amable de sentarse conmigo? Hay algo de lo que me gustaría hablar con usted. Le invitaré a un café.

Vasily: ¡Encantado, profesor! ¿Qué le trae a nuestro barrio?

Sr. Nikos: Maestro Vasily, me he dado cuenta de que trajo hoy consigo algunas herramientas al patio y que también construyó una valla en un rincón alejado.

Vasily: ¡Correcto! ¿Se dio usted cuenta?

Sr. Nikos: Por supuesto. Así, quisiera preguntarle, ¿qué va a construir?

Vasily: ¿Cómo sabía que estamos construyendo algo?

Sr. Nikos: He oído rumores y si es así, quisiera que me ayudara con mi próxima clase.

Vasily: ¡Cualquier cosa, Señor Nikos! Siempre a su servicio. Bien, nos han encargado montar un cobertizo.

Sr. Nikos: ¡Estupendo! Déjeme preguntarle algo. ¿Cómo van a marcar la forma del cobertizo sobre el suelo de tierra? ¿Usan algún tipo de instrumentos?

Vasily: No, señor Nikos. Es una obra sencilla. Lo haremos a la manera clásica.



Sr. Nikos: Muy bien, exactamente lo que estaba esperando. Pero dígame, ¿saben sus ayudantes cómo hacerlo?

Vasily: Bah, no creo; son muy jóvenes para saberlo.

Sr. Nikos: Esto es lo que vamos a hacer. Dígalos que empiecen a marcar la forma en el suelo y mientras tanto iré allí con mis estudiantes para la clase. ¿Cuál sería una buena hora, cree usted?

Vasily: A las ocho de la mañana.

Sr. Nikos: Muy bien entonces. Estaremos allí alrededor de las 8 y cuarto. Eso me dará el tiempo suficiente para prepararlos. ¿De acuerdo?

Vasily: Le estaré esperando.

Fin de la Escena Uno.

ESCENA II

Vasily, los ayudantes A y B, el Señor Nikos (profesor de instituto), estudiantes A, B, C y otros estudiantes (extras).

En el patio del colegio donde se construirá el cobertizo. Los dos ayudantes preparan sus herramientas y ponen sus cosas en su sitio. Tablas, unas barras de hierro, un metro, clavos, etc. Aparece el maestro de obra Vasily.

Vasily: *(a sus ayudantes)* Hola, chicos, ¿estamos listos?

Ayudante A: Si maestro Vasily, estamos listos.

Ayudante B: ¡Allá vamos! Díganos qué hacer.

Vasily: De acuerdo, escuchad. Quiero que marquéis la forma del cobertizo en el suelo. Construiremos ahí, en la esquina. Recordad, va a ser a una distancia de tres metros de los bordes.

Ayudante A: Así lo haremos, maestro Vasily. *(Vasily sale por un rato)*

Ayudante B: *(Al otro ayudante)* Ey, George. ¿Sabemos dibujar un ángulo recto?

Ayudante A: Podríamos, creo, si tuviéramos un ángulo recto - ¡incluso uno pequeño!

Ayudante B: Pero aún así, ¿cómo podemos llevar a cabo la construcción de un ángulo recto usando un instrumento tan pequeño?



Ayudante A: ¿Qué vamos a hacer?

Ayudante B: Esperamos a que venga el maestro Vasily y le preguntamos. No es vergonzoso admitir que no sabemos cómo se hace.

Ayudante A: Verdad. Después de todo, hasta ahora el supervisor o el ingeniero habrían colocado las marcas usando un instrumento de medida.

Ayudante B: Esperemos al maestro.

(el maestro de obra Vasily aparece con el Señor Nikos y sus estudiantes)

Vasily: ¿Cómo va eso, chicos? ¿Algún progreso?

Ayudante A: Maestro Vasily, no hemos hecho nada; no sabíamos cómo.

Ayudante B: Sí, hasta ahora, los contornos los hacían el supervisor o el ingeniero.

Vasily: ¿Queréis decir que no habéis oído hablar nunca del método tres-cuatro-cinco?

Ayudante A: No.

Vasily: De acuerdo, escuchad. Cogéis un trozo de cuerda delgado y usáis vuestro metro para atar sucesivos nudos en él. Uno al comienzo, otro a los tres metros, otro a cuatro metros y el último a cinco. En la esquina que se encuentra a tres metros de los bordes colocáis con un clavo grande o una estaca el segundo nudo de vuestra cuerda y lo claváis en el suelo.

Ayudante A: ¿Y después?

Vasily: Después extendéis la cuerda con nudos a lo largo de los dos lados de los bordes a tres y cuatro metros, colocáis estacas en los nudos y conectáis las dos estacas con la cuerda de cinco metros. (Los ayudantes hacen lo que les dice el encargado de obra y se dan cuenta que tienen un ángulo recto perfecto)

Ayudante B: Maestro Vasily, ¡lo hicimos!

Ayudante A: ¡Increíble!

Sr. Nikos: ¿Niños, han visto lo que ha sucedido?

Todos: Sí, señor.

Estudiante A: ¿Cómo es posible?



Sr. Nikos: Oh, ¡por supuesto que es posible!

Estudiante B: ¿Y funciona sólo con tres, cuatro y cinco?

Sr. Nikos: No, funciona también con todos los múltiplos de tres, cuatro y cinco.

Estudiante C: ¿Y por qué es así, señor?

Sr. Nikos: Bueno, es un teorema matemático. Pero mejor hablarlo en clase. ¡Vamos! *(salen de la escena)*

Fin de la Escena II.

ESCENA III

El Señor Nikos *(profesor de instituto)*, Estudiantes A, B, C y extras *(estudiantes)*.

Un aula de escuela. Los chicos entran con el profesor; se sientan en sus sillas.

Sr. Nikos: ¿Qué pensáis, chicos? Os gustó la demostración del maestro de obra Vasily y sus ayudantes?

Todos: ¡Sí, mucho!

Estudiante A: Pero señor, ninguno de nosotros tuvo una visión clara de lo que pasó ahí fuera; ¿podemos repetirlo aquí para estar seguros de cómo se hace?

Sr. Nikos: Por supuesto que podemos. Es exactamente lo que tenía en mente, es por eso que he traído todo lo que vamos a necesitar. (Camina hasta detrás de su mesa y coge una pieza de madera de 60x60 cm., un metro de cuerda, un martillo y clavos) De acuerdo, repitamos el proceso de medición.

Estudiantes

A y B: *(aproximándose a la mesa del profesor)* ¿Qué vamos a hacer ahora, señor?

Sr. Nikos: Lo primero de todo, atareis un lazo en un extremo de la cuerda y un segundo lazo a exactamente 40 cm. del final. Después, pasareis un clavo a través de cada lazo.

Estudiante B: *(los chicos miden y colocan los clavos).* Hecho, señor.



Sr. Nikos: Clavad los dos clavos en la madera mientras mantenéis la cuerda tensa más o menos en paralelo a un lado.

Estudiante A: ¡Hecho!

Sr. Nikos: Ahora, a lo largo del mismo trozo de cuerda, a 30 cm. exactamente, atad un lazo y después pasad un clavo a través de él. Haced otro lazo exactamente a 50 cm.

Estudiante B: Listo.

Sr. Nikos: Pasad el lazo final a través del primer clavo y después tirad hasta que la cuerda se ponga muy tensa.

Estudiante A: Ya está.

Sr. Nikos: Ahora clavad la punta manteniendo la cuerda bien estirada.

Estudiante B: ¡Fantástico! ¡Parece un perfecto triángulo rectángulo!

Sr. Nikos: No solo lo parece, ¡es un triángulo rectángulo perfecto! Levantad la madera para que lo vea todo el mundo.

Todos: ¡Sí, es increíble!

Sr. Nikos: ¿Sabe alguno de vosotros quién fue Pitágoras? *(los estudiantes levantan sus manos)* Adelante, Yiannis.

Estudiante A: Sí señor, fue un filósofo de la antigüedad.

Sr. Nikos: ¿Alguien quiere añadir algo más? *(de nuevo los estudiantes levantan sus manos)* Sí, Marios.

Estudiante B: Señor, también fue un matemático.

Sr. Nikos: ¿Algo más?

Estudiante C: ¡Sí, señor! ¡También fue músico!

Sr. Nikos: Muy bien. ¿Sabe alguien de dónde provenía Pitágoras?

Estudiante C: Sí, señor. Provenía de Samos.

Sr. Nikos: Por supuesto. Por eso se le conoce como “Pitágoras de Samos” – para algunos, uno de los Siete Sabios de la Antigua Grecia.

Estudiante C: ¿Y dónde encaja Pitágoras en esta historia, señor?



Sr. Nikos: Veréis, cuando era joven, Pitágoras viajó a Egipto, donde por aquellos tiempos se había desarrollado una gran civilización. Así, entre las varias cosas que vio allí, estaba la cuerda Egipcia, el harpedone.

Estudiante A: ¿Qué es eso, señor?

Sr. Nikos: Era una herramienta de medida, concretamente una cuerda con 12 secciones a igual distancia marcadas con nudos atados y clavos. Así que usando esta cuerda, el harpedone, los antiguos egipcios podían formar un triángulo rectángulo, tal como lo hemos hecho hoy. En otras palabras, el mismo método era utilizado por los egipcios hace desde el 3.000 AC, quienes afirmaban, 2.500 años antes de Pitágoras, que el ángulo formado por los lados de 3 y 4 metros era de hecho recto.

Estudiante B: Tiene un nombre extraño, esta cuerda egipcia.

Sr. Nikos: Harpedone es el nombre de esta sencilla herramienta; y los harpedonaptae eran los que los usaban para trazar ángulos rectos en el suelo de tierra. Se dice que este mismo método se utilizó en la construcción de las Pirámides. Los indios y los chinos continuaron copiando su ejemplo.

Estudiante C: ¿Cómo se relaciona esta antigua historia con Pitágoras?

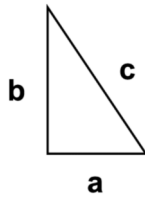
Sr. Nikos: Porque en el siglo VI AC, Pitágoras (569-550 AC) y sus estudiantes proporcionaron una prueba a la afirmación, en otras palabras, que el ángulo donde los lados de tres y cuatro metros se encuentran es un ángulo recto. Por esto, la ecuación se conoce en la historia de las matemáticas como el Teorema de Pitágoras.

Todos: ¡Qué cosas más increíbles!

Sr. Nikos: Así que, ¿habéis oído hablar alguna vez del Teorema de Pitágoras?

Estudiante B: Sí, señor, creo que lo hemos oído.

Sr. Nikos: ¿Y qué dice el Teorema de Pitágoras? Que “en un triángulo rectángulo, la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa”. (En la pizarra dibuja un triángulo rectángulo con los lados a , b y c).



Por lo tanto, si $a=3$, $b=4$ y $c=5$ veremos que:
 $3^2=9$, $4^2=16$ y $5^2=25$, y obviamente $9+16=25$

Estudiante A: ¿Funciona esto solamente con 3, 4 y 5?

Sr. Nikos: Por supuesto que no. Lo mismo se aplica si doblamos estos tres números al 6, 8 y 10. Podemos observar que sus cuadrados son el 36, 64 y el 100, y que $36+64=100$. De hecho, funciona con cualquier múltiplo de estos números por la validez de esta ecuación: $a^2+b^2=c^2$

Estudiante B: ¿Y cómo podemos demostrar realmente la prueba de la ecuación?

Sr. Nikos: Hoy en día, la prueba del Teorema Pitagórico puede darse de muchas maneras, dependiendo en la edad de los estudiantes y su conocimiento matemático. Para nosotros, lo demostraremos con una prueba sencilla.

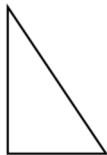
Estudiante C: ¿Señor, puedo salir yo a la pizarra?

Sr. Nikos: Sí, por qué no. Sube, Constantinos.

Estudiante C: *(se queda en frente de la pizarra y coge un trozo de tiza)* Listo, señor.

Sr. Nikos: Ahora, dibuja un ángulo recto e intenta ponerle lados que sean iguales a 3, 4 y 5 unidades.

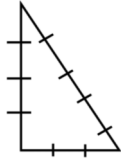
Estudiante C: *(dibuja un triángulo)* Listo, señor.





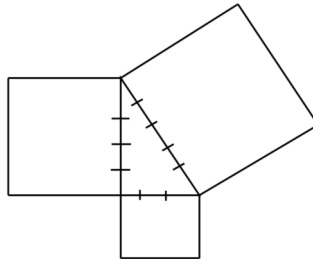
Sr. Nikos: Ahora divide cada lado en 3, 4 o 5 partes dependiendo de su longitud.

Estudiante C: (*Divide los lados de manera correspondiente*) ¿Ahora?

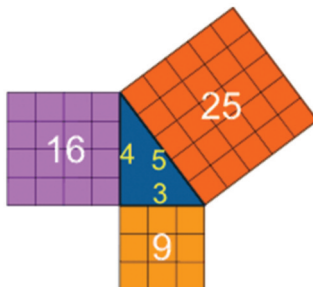


Sr. Nikos: Ahora dibujarás un cuadrado en cada lado.

Estudiante C: (*Dibuja los cuadrados*) De acuerdo.



Sr. Nikos: Ahora dibuja líneas paralelas desde los puntos en los que has dividido los lados. Haz lo mismo a lo largo del lado vertical de cada cuadrado.



Estudiante C: (*Dibuja las líneas*) Hemos creado varios cuadrados pequeños.



Sr. Nikos: Ahora cuenta esos “cuadrados pequeños”, como los has llamado.

Estudiante C: Hay 25 en el lado de la hipotenusa y 16 y 9 respectivamente en los dos catetos.

Sr. Nikos: ¿Y qué observamos?

Todos juntos: *(Al unísono)* Que los 25 cuadrados pequeños de la hipotenusa son iguales a la suma de los 16 y 9 de los otros lados.

Estudiante A: ¿Tan fácil como eso?

Sr. Nikos: ¡Exactamente, tan fácil como eso! Por supuesto, hay varias pruebas disponibles, dependiendo en la edad de los estudiantes o de su conocimiento matemático. ¿Os dais cuenta qué útil es este teorema, que práctico solía ser? ¿Y cómo se aplica hoy en día en el campo de la construcción?

Estudiante B: Sí, señor.

Estudiante C: ¡Deberíamos tener más clases como ésta!

Estudiante A: ¡Ahora no hay manera de que nos olvidemos nunca del Teorema de Pitágoras!

Sr. Nikos: *(Mientras tanto, la campana suena)* Gracias, niños. Dios os bendiga. Podéis marchar ahora.

Fin.

EJEMPLO 5

Metodología de Solución de Problemas







Cómo solucionar un Problema aprovechando MATHeatre

Una aproximación sistemática a la resolución de problemas matemáticos es similar a la que observamos en cualquier problema. De manera particular Polya sugirió un enfoque que sigue cuatro pasos. Este proceso puede ser explicado en clase al referirse en una primera fase a la situación concreta y puede basarse en las experiencias de los estudiantes y después de manera gradual transferirse a un problema matemático. Para ello podemos pedir a un equipo de estudiantes (o



todos los estudiantes dependiendo de sus destrezas y nivel de sus habilidades) escribir un guión que tenga tres fases:

Fase 1: Escribir un guión teatral basado en la siguiente historia. Al jefe de estado de un país se le dan instrucciones para organizar una campaña militar para eliminar ciertas instalaciones que pueden ser peligrosas para su país. Las siguientes imágenes pueden conducir hacia las acciones que se tienen que realizar y las cuales constituyen los pasos básicos que representan las actividades que debe llevar a cabo para solucionar su problema, es decir las actividades que pueda observar a la hora de poner en práctica sus instrucciones:

¿A qué te recuerdan estas actividades?	
 	Recoger información
 	Desarrollar un plan de acción
 	Materializar el plan de acción
	Valorar el resultado de la campaña



Se espera que el guión contenga diálogos y debates para ilustrar cómo se puede desarrollar cada actividad. Se pide a los estudiantes diseñar preguntas e ideas que ayudarán al logro de los objetivos en cada paso.

Fase 2: Escribir un guión teatral que esté basado en un problema matemático preparado por el profesor con la sugerencia de que al enfocar su solución pueda tener analogías con las actividades propuestas en la Fase 1. El énfasis de cada paso es presentar cuestiones, debates, diálogos o afirmaciones en un enfoque similar al caso de la Fase 1.

Fase 3: Escribir un guión teatral involucrando a un grupo de estudiantes debatiendo cosas similares en ambos enfoques de los dos guiones previos.

Finalmente el profesor procederá pidiendo a un grupo de estudiantes representar la obra basado en el guión que se acaba de desarrollar.

Después de la representación el profesor procederá a un debate en clase de lo que han aprendido los estudiantes de toda la actividad y enfatice los pasos importantes para enfocar un problema matemático.

El siguiente problema se puede sugerir como base para la escena para preparar un guión en la Fase 2 (Se sugiere este problema ya que puede ser usado en el proceso de aprendizaje por un amplio abanico de edades. Puede ser usado en el nivel de primaria para aprender las operaciones aritméticas básicas pero también por las clases superiores en el instituto para aprender conceptos básicos de la Teoría de Números).

Un grupo de seguidores fanáticos de una secta religiosa, usando la información de sus textos escritos y en las capacidades de los ordenadores, concluye que el día del juicio final llegará durante el último año de un siglo donde el primer día del siglo siguiente caiga en domingo. Con esto en mente ¿cuál será el año en el que acabará el mundo?



Pistas que pueden ser incluidas en el desarrollo del guión para la Fase 2	
Paso 1 Comprender el problema	<p>¿Qué pide este problema?</p> <p>¿Comprendemos todas las frases/conceptos que nos encontramos en el problema?</p> <p>¿Cuáles son los datos y cuáles los resultados esperados?</p> <p>¿Sabes cómo determinar el comienzo de un siglo? Para el presente problema adaptamos como comienzo de un siglo el año donde las dos últimas cifras son 00.</p> <p>¿Sabes cómo determinamos un año bisiesto de acuerdo con el Calendario Gregoriano?</p> <p>¿Sabes que el 1 de enero del año 2000 fue sábado?</p>
Paso 2 Desarrollar un plan	<p>Un elemento importante a reflexionar es qué años son bisiestos y cuáles no.</p> <p>Tomando esto en consideración ¿podemos encontrar qué día es el primero de enero del año de comienzo de un siglo?</p> <p>¿Cuánto va a ser de útil en este proceso el nombre del día del 1 de enero del año 2000?</p>
Paso 3 Realizar el plan	<p>Proceder a encontrar los posibles nombres de los días del 1 de enero de los años que se encuentran entre los del principio de cada siglo, es decir, 2000, 2100, 2200, etc.</p>
Paso 4 Verificar/comproba/ revisar/generalizar	<p>Comprueba que los resultados sean razonables.</p> <p>¿Puedes pensar en diferentes modos de abordar la solución?</p>



Consejos básicos que pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar el escenario, la preparación del guión y la representación de la obra:

1. Pídeles comenzar con un personaje. Es útil preparar el contexto pidiéndoles identificar las características del personaje principal de la obra, su personalidad y papel en la obra.
2. Pídeles definir otros personajes (con un papel secundario) en la obra e identificar sus características.
3. Pídeles preparar el guión y conectar todo el acto con las matemáticas.
4. Desarrolla las diversas actividades, diálogos, debates que constituyen el contenido de la obra.
5. Pídeles debatir e incluir en la obra una descripción del guión.

EJEMPLO 6

Un detective matemático

Puesta en escena: Un sombrero y una gabardina pueden ser usadas por el alumno que representará el recurrente papel de detective.

Los alumnos se sienten perdidos a menudo bajo la enorme cantidad de conocimientos que tienen que aprender. Todo este conocimiento normalmente está mezclado, e incluso si tienen éxito a la hora de memorizar todas las definiciones y propiedades, tienen dificultades en identificar las que son necesarias en una demostración o razonamiento matemático.

Varios problemas matemáticos se pueden explicar, solucionar y escribir gracias a esta actividad teatral y con seguridad puede ayudar a mejorar el razonamiento lógico y la mentalidad de síntesis:

Una demostración matemática puede compararse con una investigación policial y el profesor puede presentar a lo largo de todo el año, cuando sea necesario, cuando quiera, un personaje recurrente: un detective matemático. Por supuesto, el matemático que quiere probar algo es un detective en realidad:



Tiene que hacer varias observaciones:

- Tiene que localizar en el texto lo que debe demostrar, mientras lee cuidadosamente los datos del ejercicio. A veces sabe exactamente qué quiere probar (demostrar que este cuadrilátero es un paralelogramo), otras veces tiene que adivinarlo (¿qué tipo de cuadrilátero es este?).
- Tiene que reconocer también la información útil entre las demás en los datos del ejercicio.

El detective puede ser auxiliado en su trabajo por otros personajes que pueden ser testigos o sabios que le van a ayudar en su investigación, enseñándole los detalles del texto que son importantes, recordándole del contenido matemático que se supone debe saber.

Un matemático realizando una demostración es como un detective de policía: tiene (datos):

- las pistas que puede observar (la información dada en el problema)
- su conocimiento, lo que ha aprendido en clase (definiciones, propiedades, teoremas)
- su experiencia (memoria en la resolución anteriormente de problemas similares)
- su instinto (que puede apoyarse en herramientas como esquemas)

Normalmente las cuestiones son:

- ¿Qué tengo que hacer? ¿La pregunta es clara o tengo que suponerla?
- ¿Qué tengo?
- ¿Qué sé sobre el tema? ¿Qué vínculo puedo establecer entre esto y mi conocimiento (identificación de palabras clave)?

Después, haciendo conexiones entre las observaciones, conocimientos y la conclusión supuesta, puedo realizar la demostración, con una manera de pensar organizada y lógica.

Escribiendo el informe:

Los alumnos se desmotivan a menudo cuando ven las correcciones de su profesor escritas en la pizarra, porque no hay un rastro escrito del método que le lleva al



profesor a tener éxito a la hora de encontrar la solución del problema, sólo pueden ver el escrito final, así que la mayoría de ellos piensan que la solución le viene de manera fácil e inmediata al profesor y son incapaces de hacerlo por sí mismos.

Tampoco entienden por qué es necesario una redacción escrita tan rigurosa: “He encontrado la respuesta a la pregunta, ¿por qué tengo que escribir todo eso?”

Cuando acaba la actividad de investigación, ¡el detective de policía tiene que hacer su informe para poder tener buenas razones para acusar a alguien!


El Detective matemático ha de ser claro y riguroso en su manera de escribir, como el detective de policía, para ser comprendido y aceptado sin ningún tipo de dudas.

Si el detective se encuentra solo para explicar su prueba, puede ser una manera para escribir un guión MATHFactor; si necesita otros personajes, puede categorizarse como un guión MATHeatre.


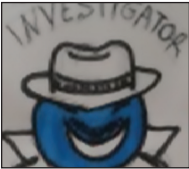

Por ejemplo:

PROBLEMA: Los puntos A y B son respectivamente los puntos de simetría de C y D en la simetría con centro O.

PREGUNTA: ¿Qué tipo de cuadrilátero es el formado por ABCD?

Detective matemático	Detective de Policía
<p>¿Qué tengo que encontrar, qué se me pide</p> <p>Leyendo el texto una o dos veces, encuentro la pregunta en el problema:</p> <p>Tengo que encontrar qué tipo de cuadrilátero es el ABCD.</p> <p>Si dibujo un diagrama, puedo adivinar que ABCD es un ... ?</p> <p>Para ayuda puedo subrayar las palabras clave: “puntos simétricos” y “cuadrilátero.”</p>	<p>¿Quién es el asesino?</p>  <p>Pistas: Instinto del Detective.</p>



<p>¿Qué conozco sobre estas palabras?</p> <p>Leyendo el texto de nuevo, tengo que pensar en “simetría central” y “cuadriláteros”.</p> <p>Sé que si A es el punto simétrico de C, significa que O es el punto medio del segmento [AC].</p> <p>Por lo tanto O es el punto medio de [AC] y con un razonamiento similar también es el punto medio de [BD].</p> <p>Observación: [AC] y [BD] son las diagonales del cuadrilátero ABCD.</p>	<p>Los testigos dijeron que ...</p>  <p>Sé que ...</p>
<p>Tengo que crear una relación entre las observaciones o mi instinto y mis conocimientos/experiencia.</p> <p>Sé que si las diagonales de un cuadrilátero dividen por la mitad la una a la otra, entonces el cuadrilátero es un paralelogramo.</p> <p>¿Es eso lo que tengo? ¡Sí!</p> <p>Las diagonales [AC] y [BD] se cortan por la mitad en el punto O, así que ABCD ¡es un paralelogramo!!</p> <p>Problema resuelto!</p>	<p>¡Eureka!</p>  <p>¡Problema resuelto!</p>
<p>Último paso: Escribirlo de manera rigurosa.</p> <p>Datos: A y B son respectivamente los puntos simétricos de C y D en la simetría con centro O, por lo tanto O es el punto medio de [AC] y [BD].</p> <p>Así, tenemos: O es el punto medio de [AC] y [BD] las cuales son las diagonales del cuadrilátero ABCD.</p> <p>Pero, como ya sabemos, si las diagonales de un cuadrilátero se cortan en su punto medio la una a la otra, entonces el cuadrilátero es un paralelogramo.</p> <p>Por lo tanto ABCD es un paralelogramo.</p>	<p>Reporte policial.</p> 



REFERENCIAS

Referencias a la Sección A1

Pope, S. (2012). *Math Drama Lessons, Simplifying fractions*.

Available from <http://susanpope.com/lesson-plans/math-drama-lessons.html>.
[Retrieved July 2, 2014.]


Muniglia, M. (1994). *Le théâtre au service de l'algèbre au collège*. Repères N°16, Irem de Lorraine.

Nicolaidou, M., & Philippou, G. (2003). Attitude towards mathematics, self-efficacy and achievement in problem-solving. In *Proceedings of the 3rd Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. Available from http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG2/TG2_nicolaidou_cerme3.pdf. [Retrieved July 2, 2014.]

Lepper, M. R., & Henderlong Corpus, J., & Iyengar S.S. (2005). Intrinsic and Extrinsic Motivational Orientations in the Classroom: Age Differences and Academic Correlates. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 97, No. 2, 184–196. Available from http://www.columbia.edu/~ss957/articles/Lepper_Corpus_Iyengar.pdf. [Retrieved July 2, 2014.]

Davis, K., Christodoulou, J., Seider, S., & Gardner, H. (2011). *The Theory of Multiple Intelligences*. Handbook of intelligences.

Gerofsky, S. (2011). Without Emotion, There Is Nothing Left But Burden: Teaching Mathematics through Heathcote's Improvisational Drama. *Bridges 2011: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture*, 329-336. Available from http://bridgesmathart.org/2011/cdrom/proceedings/62/paper_62.pdf. [Retrieved July 2, 2014.]



Lajoie, C., & Pallascio, R. (2001). Le jeu de rôle : une situation-problème en didactique des mathématiques pour le développement de compétences professionnelles. In Actes du colloque des didacticiens des mathématiques du Québec. Available from <http://turing.scedu.umontreal.ca/gdm/documents/ActesGDM2011.pdf>. [Retrieved July 2, 2014.]

Andler, M. (2014). Qu'est-ce que les activités périscolaires peuvent apporter à la formation en mathématiques ? Le point de vue de Martin Andler. Available from <http://www.cfem.asso.fr/le-point-de-vue-du-mois/andler>. [Retrieved July 2, 2014.]

Referencias a la Sección A3

Battista, M. T. (1999). The Mathematical Miseducation of America's Youth" Ignoring Research and Scientific Study in Education. *Phi Delta Kappan*, Vol. 80, No. 6, 425-433. Available from <http://www.homeofbob.com/math/proDev/articles/miseducationSmall/pdkMathematicalMiseducationAmericasYouth.pdf>. [Retrieved July 2, 2014.]

Daro, P. (2006). Math Warriors, Lay Down Your Weapons. *Education Week*, 33, 35.

National Council of Teachers of Mathematics (2003). *The Use of Technology in Learning and Teaching of Mathematics*. Retrieved March 24, 2006 from http://nctm.org/about/position_statements/position_statement_13.htm.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Washington, D.C.

Romberg, T. (2000). Changing the teaching and learning of mathematics. *AMT*, 56(4), 6-9.



Zemelman, S., Daniels, H., & Hyde, A. (2005). *Best practice. Today's Standards for Teaching and Learning in America's Schools*, Third Edition. Heinemann Educational Books.

Teaching Today (2005a). *Standards-Based Instruction in Mathematics*. Retrieved November 11, 2005 from http://www.glencoe.com/sec/teachingtoday/subjects/Standards_math.html.

Teaching Today (2005b). *Meeting Middle School Math Standards*. Retrieved November 11, 2005 from http://www.glencoe.com/sec/teachingtoday/subject/meeting-ms_standards.phtml.

Teaching Today (2006). *Using the Japanese Lesson Study in Mathematics*. Retrieved February 11, 2006 from http://www.glencoe.com/sec/teachingtoday/subject/japanese_lesson_study.phtml.

Teachers Development Group v.3.0 (2010). Available from <http://www.teachersdg.org/Assets/About%20Studio%20Brochure%20v.3.0.pdf>. [Retrieved July 2, 2014.]

Referencias a la Sección A4

Degaine, A. (1992). *Histoire du théâtre dessinée : de la préhistoire à nos jours, tous les temps et tous les pays, avant-propos de Jean Dasté*. Paris : Librairie Nizet, A.-G.

Referencias a la Sección A5

Neelands, J. (1998). *Structuring drama work: A handbook of available forms in theatre and drama*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Saab, J. F. (1987). *The effects of creative drama methods on mathematics achievement, attitudes and creativity*. [Unpublished PhD Dissertation]. Morgantown: West Virginia University.



REFERENCIAS

Andersen, C. (2002). Thinking as and thinking about: Cognitive and metacognitive processes in drama. In Rasmussen, B., & Østern, A.-L. (Eds.), *Playing betwixt and between: The IDEA Dialogues 2001*. Oslo: Landslaget Drama I Skolen.

Fleming, M., Merrell, C., & Tymms, P. (2004). The impact of drama on pupils' language, mathematics, and attitude in two primary schools, Research in Drama Education. *The Journal of Applied Theatre and Performance*.

Wahl, M. (1997, 1999). *Math for Humans: Teaching Math Through 8 Intelligences*. LivnLern Press 1999, and *Math Nuggets: 80 Thoughtful One-Page Activities for Pleasure, Insight, and Challenge*, LivnLern Press 1997.

Prendergast, M., & Saxton, J. (Eds.) (2009). *Applied Theatre, International Case Studies and Challenges for Practice*. Bristol, UK: Intellect Publishers.

Referencias a la Sección A6

Novotná, J., Jančařík, A., & Jančaříková, K. (2013). Primary school teachers' attitudes to theatre activities in mathematics education. In *Symposium on Elementary Maths Teaching SEMT '13. Proceedings*. (pp. 220-227). Praha: Univerzita Karlova v Praze. Pedagogická fakulta.

Jančařík, A., Jančaříková, K., Novotná, J., & Machalíková, J. (2013). Teaching and learning mathematics through math theatre activities. In *Symposium on Elementary Maths Teaching SEMT '13. Proceedings*. (pp. 344-345). Praha: Univerzita Karlova v Praze. Pedagogická fakulta.

Figure 3: See Muniglia, M. (1994). *Le théâtre au service de l'algèbre au collège*. Repères N°16, Juillet 1994, Irem de Lorraine. Pupils from Collège Guy de Maupassant/Fleury/Andelle. Available from http://www.dailymotion.com/video/x6p7h8_mathematique_creation#UcFkydgrizc. [Retrieved July 2, 2014.]



HERRAMIENTAS/MATERIAL DE APOYO

En el proceso de adoptar el enfoque MATHeatre el usuario puede encontrarse con una amplia gama de ejemplos que pueden ser de gran ayuda tanto por acercarse a un área particular del pan de estudios matemáticos o para enriquecer sus clases o encontrando ideas de participación en concursos o preparando una representación teatral para una ocasión particular referente a las matemáticas. El presente proyecto ha preparado unos paquetes con tales ejemplos y se proporcionan como parte de sus resultados. El usuario puede explotar estas herramientas/material para enriquecer su provisión de recursos. Estas herramientas/materiales se organizan de la siguiente manera:

MT-Herramienta 1: Manual Le-MATH de Buenas Prácticas
(*enlace a www.le-math.eu*)

MT- Herramienta 2: Video de ejemplo de obras teatrales MATHeatre
(*DVD y [enlace a www.le-math.eu](http://www.le-math.eu)*)

MT- Herramienta 3: Manual de Guiones para MATHeatre
(*publicación y [enlace a www.le-math.eu](http://www.le-math.eu)*)

MT- Herramienta 4: Historias Matemáticas para teatro
(*publicación y [enlace a www.le-math.eu](http://www.le-math.eu)*)



ANEXOS



ANEXO 1 - Análisis de Guiones MATHeatre

(Sólo versión en inglés)

Indice de contenidos

Página

1. Fivepartacus	Anexo 1 [1]
2. Geoland	Anexo 1 [2]
3. An outcast for a blueblood	Anexo 1 [3]
4. It is the story that matters, not just the ending	Anexo 1 [4]
5. A Letter to Ms MacNamara	Anexo 1 [5]
6. A mysterious number	Anexo 1 [6]
7. The logic of the stolen iPod	Anexo 1 [7]
8. Decimal form of numbers: to be “huge” or not to be	Anexo 1 [8]
9. Equation: the tragedy of the unknown	Anexo 1 [9]
10. Euclid's dream	Anexo 1 [10]
11. A beauty Contest for Quadrilaterals...	Anexo 1 [11]
12. An one-act play for four operations	Anexo 1 [12]
13. Percentages: the haughtiest of all fractions	Anexo 1 [13]
14. Living down-town or in the suburbs? A hard question to answer...	Anexo 1 [14]
15. The circle and the others	Anexo 1 [15]
16. The poor Thales becoming rich	Anexo 1 [16]
17. A Number of Numbers	Anexo 1 [17]
18. Political Numbers	Anexo 1 [18]
19. “distant.relations”	Anexo 1 [19]



Indice de contenidos

Página

20. Noname	<i>Anexo 1 [20]</i>
21. Beyond Infinity	<i>Anexo 1 [21]</i>
22. Math Homework	<i>Anexo 1 [22]</i>
23. The four guardians of the scared philosopher	<i>Anexo 1 [23]</i>
24. The Chronicles of Catherine Cloud	<i>Anexo 1 [24]</i>
25. The trial of numbers	<i>Anexo 1 [25]</i>
26. “Conditions, Conditions”	<i>Anexo 1 [26]</i>
27. A unique ride	<i>Anexo 1 [27]</i>
28. Elf numbers...	<i>Anexo 1 [28]</i>
29. The fastest proof of everything	<i>Anexo 1 [29]</i>
30. Mathsss... Puagh...!!! What for?	<i>Anexo 1 [30]</i>
31. Circles, semicircles and math	<i>Anexo 1 [31]</i>
32. Around the circle	<i>Anexo 1 [32]</i>
33. Monkey Business	<i>Anexo 1 [33]</i>
34. The Pythagorean proposition	<i>Anexo 1 [34]</i>
35. A mathematician’s Apology	<i>Anexo 1 [35]</i>
36. Operation: Equation	<i>Anexo 1 [36]</i>
37. The happiness scale and the history of imaginary numbers	<i>Anexo 1 [37]</i>
38. On the set of the movie “How to become a Pythagorean”	<i>Anexo 1 [38]</i>
39. Who is better?	<i>Anexo 1 [39]</i>



1. Fivepartacus

Manual of Scripts for MATHeatre: page 7

Math Topic: Roman numerals

Age Group: 9-13

Knowledge Background Required: Basic knowledge of arithmetic, knowledge of Roman numerals.

Knowledge Acquired: Consolidation of the notation of Roman numbers. Hints to remember the signs **V**, **M** and **Ź**. To learn that \mp means multiply by 1.000.

Skills Acquired:

The preparation and presentation required for this MATHeatre play develops Numerical and Symbolic Comprehension for pupils: the understanding of the Roman numerals and the sign for multiplying by 1.000 is delivered in an amusing play enabling an easy understanding of the problem and helping on memorizing Roman numbers.

The students are informed about the Roman numbers one to five. The play leads students into a strange situation using perfect school slang and then the audience is brought back to the mathematical problem.

Numerical and Symbolic Computation is needed to understand the problem.

Visualization skills are developed as the Roman numerals are fixed onto the costumes of the actors.

Use and applicability: It can be seen that the understanding of this problem is easy using a script like this. Fun in mathematics combined with learning is the main task of this play. It is easy to use and can be rehearsed with each class, even in integration and special needs classes.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develop the Communication skills of the pupils.



2. Geoland

Manual of Scripts for MATHeatre: page 10

Math Topic: quadrilaterals, polygons

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: quadrilaterals.

Knowledge Acquired: mathematical properties of particular quadrilaterals.

Skills Acquired:

Through a tale the students discover the properties of rectangle, trapezoid, rhombus. In this case, students can approach mathematics with a very attractive story like a princess - Square - makes the best choice of husband... the parallelogram.

Understand geometry through stories.



3. An outcast for a blueblood

Manual of Scripts for MATHeatre: page 14

Math Topic: Basic properties of rational and irrational numbers, philosophy of mathematics

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Description of basic theorems in elementary number theory, and Pythagora's theorem, the History of the calculations are needed.

Knowledge Acquired: Deepening of understanding the properties of irrational numbers.

Skills Acquired:

Comprehension: The realizations of the topics dealt with are; interdependent, mutual links of different domains like history of mathematics in different cultures, theoretical and practical computation aspects are developed.

Numerical and Symbolic Computation for calculations and properties of the natural, rational and irrational numbers.

Use and applicability: The story invented by the author leads to a deep mathematical understanding, and the presentation is suitable for increasing the real understanding of real mathematics

Communication (mathematics communication): Description of concepts and formulation of properties is developed in a very original way, by personalizing the numbers, and creating a real dramatic situation around the relation between the personages.



4. It is the story that matters, not just the ending

Manual of Scripts for MATHeatre: page 22

Math Topic: Reasoning about learning mathematics

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Ideas about learning mathematics, the reasoning in mathematics.

Knowledge Acquired: Deepening of understanding the reasoning, and logical arguing, deduction.

Skills Acquired:

Comprehension: Useful phrases and how to be convincing when you argue.

Numerical and Symbolic Computation in Logic are developed.

Use and application: To attract low-achievers.

Communication (mathematics communication): Description of everyday situations and finding the mathematics behind.



5. A Letter to Ms MacNamara

Manual of Scripts for MATHeatre: page 26

Math Topic: Complex numbers

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Square root, negative numbers.

Knowledge Acquired: Properties of imaginary unit.

Skills Acquired:

The preparation and presentation required for this MATHeatre play develops Numerical and Symbolic Comprehension for pupils: the understanding of power of imaginary units. And also develop Numerical and Symbolic Computation by expressing the result with the help of the residual classes of power.

They learn that Problem solving is an important part of Mathematics.

Use and applicability – scenario presents a new result, not typically use in the school's mathematics.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario and acting develops the Communication skills of the pupils.



6. A mysterious number

Manual of Scripts for MATHeatre: page 30.

Math Topic: Geometry

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Geometry, what constitutes proof vs conjecture.

Knowledge Acquired: steps followed to test a theory, properties of regular polygons.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: proving theorems, conjectures.

Numerical and Symbolic Computation: generalization.

Problem solving: step by step solving, generalization.

Visualization: use of GeoGebra to show polygons and properties.

Communication (mathematics communication): mathematics in everyday life, real life scenario.



7. The logic of the stolen iPod

Manual of Scripts for MATHeatre: page 42

Math Topic: Mathematical Logics

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Work with sets, quantors, and basic rules of Logic algebra.

Knowledge Acquired: Work with simple and complex logic expressions, skills to apply quantors, main formulae in Mathematical Logics.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different domains helps in developing analytical thinking.

Comprehension: The presentation is based on using Mathematic Logic theory and respective formula to solve real problems. To start the solution one should comprehend the problem.

Symbolic Computation: The significance of symbols used when working with Logic algebra.

Problem solving: Problems based on the understanding of properties of quantors are linked to theoretical information.

Use and application: Significance of Logic algebra for other domains is mentioned.



8. Decimal form of numbers: to be “huge” or not to be

Manual of Scripts for MATHeatre: page 48

Math Topic: Fractions and decimal numbers

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Decimal numbers, ordering decimal numbers, periodic numbers, and fractions.

Knowledge Acquired: Role of place value.

Skills Acquired:

Comprehension: Comprehension of decimal numbers and fractions is deepened.

Numerical and Symbolic Computation: Development of numerical computation with decimal numbers and fractions.

Communication (mathematics communication): Clear description of own thinking processes and defending own ideas and looking for arguments.



9. Equation: the tragedy of the unknown

Manual of Scripts for MATHeatre: page 50

Math Topic: Equations

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: addition, subtraction, equation notion, and multiplication.

Knowledge Acquired: separation of the unknown from known numbers, division by the coefficient of the unknown, find the lowest common denominator (cancellation of denominators), and distributive property.

Skills Acquired:

Comprehension: understanding of different methods for solving equations.

Numerical and Symbolic Computation in Logic are developed.

Use and application: To attract low- achievers.



10. Euclid's dream

Manual of Scripts for MATHeatre: page 53

Math Topic: Operations

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: addition, multiplication and division.

Knowledge Acquired: mathematical operations are important in life. (Re)- discovery of dividend, divisor, quotient and remainder.

Skills Acquired:

In personification of the different operations students understand that each of them is important and that are need to be used to solve problems. With humour students (re)discover the role of each of them. Students develop communication and mathematical demonstration.



11. A beauty Contest for Quadrilaterals

Manual of Scripts for MATHeatre: page 58

Math Topic: Geometry (plane figures)

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: basic geometric figures: triangle, quadrilateral, rectangle, hexagon, circumscribed figures.

Knowledge Acquired: properties of basic plane geometry figures, connected with symmetry, circumscription and convexity.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different properties requires the development of analytical thinking.

Visualization skills are developed, as graphical drawings are needed, in order to visualize properties and observations of the problems. Symmetry and convexity develops imagination.

Problem solving: Problems based on the understanding of properties of geometric figures linked to theoretical information.

Use and application: Significance of plane geometric figures for other domains is mentioned.

Communication: Preparing solutions of problems students use visual tools, which develops communication skills.



12. An one-act play for four operations

Manual of Scripts for MATHeatre: page 70

Math Topic: Operation with numbers and vectors

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Four numerical operations with numbers, description of basic theorems in the algebraic way, vector arithmetic.

Knowledge Acquired: Deepening of understanding the operations dealt with and of mutual similarities and differences.

Skills Acquired:

Comprehension: The understandings of the topics dealt with are: deepened, mutual links of different domains are developed, the mathematics behind them become more complicated without sufficient algorithmic comprehension.

Numerical and Symbolic Computation are needed for understanding the problem dealt with.

Use and application: Application of basic facts from one domain occurs in relationship with another domain. It is a less philosophical, more practical series of dialogues which aim to present the properties of the four basic operations,

Communication (mathematics communication): Description of concepts and formulation of properties is developed. The text seems to be a good drama, but contains some remarks which are less suitable for the age groups in our vision .



13. Percentages: the haughtiest of all fractions

Manual of Scripts for MATHeatre: page 78

Math Topic: Arithmetic, Decimal and Sexagesimal Numerals, Fractions, Percentages

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Work with fractions, percentages, denominators, and superabundant numbers.

Knowledge Acquired: History of sexagesimal and decimal fractions, there is no superior of fractions, percentages are clear information.

Skills Acquired:

The preparation and presentation required for this MATHeatre play develops Numerical and Symbolic Comprehension for pupils: the understanding of decimal and sexagesimal numbers and fractions, the use of superabundant numbers and the expression of fractions as percentages.

The students learn about the history of mathematics. They learn about sexagesimal numbers being the oldest system.

Numerical Computation is needed to understand the problem.

Visualization skills are developed as graphical drawing is required in order to visualize the mathematical solution and observation of the content.

Use and applicability: It can be seen that the use of youth language in maths brings lot of interest and high motivation to learn fractions and percentages. Fun in mathematics combined with learning is the main task of this play –it needs additional instruction to be understood. It is easy to use and can be rehearsed with all classes.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario and acting develops the Communication skills of the pupils.



14. Living down-town or in the suburbs? A hard question to answer...

Manual of Scripts for MATHeatre: page 81

Math Topic: Inscribed angles

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: properties of circle.

Knowledge Acquired: inscribed angle theorem, obtuse angle, central angle, adjacent angles.

Skills Acquired:

Students discover a way of demonstration

Personification of angles, symbolic comprehension

Students learn to explain, make hypothesis and visualize geometry in space



15. The circle and the others

Manual of Scripts for MATHeatre: page 85

Math Topic: Geometry (polygons and circle)

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: straight line, polygon, circle, central line and tangent.

Knowledge Acquired: A polygon tends to a circle when the number of vertices increases, idea of friction.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different properties requires the development of analytical thinking.

Visualization skills are developed, as graphical drawing is needed, in order to visualize geometric properties

Use and application: Significance of tangent properties for other domains is mentioned.



16. The poor Thales becoming rich

Manual of Scripts for MATHeatre: page 88

Math Topic: History of Mathematics

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Knowing that Thales was a great Philosopher and Mathematician.

Knowledge Acquired: The insight that Philosophy and Mathematics are not abstract sciences but rather that they have a practical use for real life situations.

Skills Acquired:

The student first needs to collect information about Thales of Miletus. The History of Mathematics is the topic of this play.

A real life problem is solved using a mathematical solution. Learning mathematics brings advantages in real life is the message.

Use and applicability: It can be seen that the use of flexible thinking has always been and will continue to be most effective.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develops the Communication skills of the pupils.



17. A Number of Numbers

Manual of Scripts for MATHeatre: page 94

Math Topic: Math in everyday life, Fibonacci, Golden ratio

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Some properties of numbers.

Knowledge Acquired: relevance of mathematics with everyday concepts, the Golden ratio and Fibonacci sequence in real objects, math history.

Skills Acquired:

Visualization: math in everyday objects and numbering.

Communication (mathematics communication): math in everyday life, introductory number series and geometry concepts, relevance with everyday life.



18. Political Numbers

Manual of Scripts for MATHeatre: page 109

Math Topic: geometrical progression

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: money and cent multiplication.

Knowledge Acquired: mathematical properties of geometry progression of numbers.

Skills Acquired:

Through a concrete situation in a conceived government, student understands the properties of calculation.

In such case, student can approach mathematics with a concrete attractive story with a little understanding of dark humour!



19. “distant.relations”

Manual of Scripts for MATHeatre: page 113

Math Topic: Distances between the planets

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: distance, ratio, basic facts from Astronomy concerning the planets of the Solar system.

Knowledge Acquired: relativity of distances.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different domains requires the development of analytical thinking.

Numerical Computation: approximations in computing of big numbers.

Use and application: Significance of distances and ratio for other domains, Astronomy included.



20. Noname

Manual of Scripts for MATHeatre: page 118

Math Topic: Basic computations

Age Group: 9-13

About the script: The principal character is going through different enigmas all along the story; enigmas are of mathematical nature and refer to real life problems. The answers are not given in the script, so one can then assume that it's up to the audience in class to answer together, which makes this play an interactive one.

Knowledge Background Needed: basic knowledge about addition, division, subtraction, multiplication.

Knowledge Acquired: numerical calculation, mental computation (counting 5 from 5), time calculation, odd numbers and even numbers.

Skills Acquired:

Comprehension: logical reasoning.

The pupils deepen their skills in computation through mathematical enigmas.

Use and application: This type of script can be used to improve every different topics the teacher wants to teach, he just have to adapt the enigmas. It's a funny way for the pupils to practice.



21. Beyond Infinity

Manual of Scripts for MATHeatre: page 123

Math Topic: Arithmetical reflections on infinitive numbers, the gap between “school mathematics” and “problem solving”.

Age Group: 14-18

Knowledge background: Real life experience in mathematics lessons based on the traditional syllabus; basic knowledge of arithmetic; infinitive numbers.

Knowledge Acquired: Infinitive number problems (addition and subtraction of infinitive numbers). Knowledge, that Ada is an object-orientated high level computer programming language, developed from Pascal. Ada was named after Lady Ada Lovelace (1815-1852) who was the first computer programmer.

Skills Acquired:

The preparation and presentation required for this MATHeatre play develops Numerical and Symbolic Comprehension for pupils: the understanding of infinitive numbers – the possibility to add them and the problem of subtraction.

The students learn about the history of mathematics. They learn that the computer language Ada was named after Lady Ada Lovelace.

Numerical and Symbolic Computation is needed to understand the problem.

They learn that Problem solving is an important part of Mathematics and that “school mathematics” does not cover all important mathematical problems.

Use and applicability: It can be seen that the use of youth language and responding to school problems in maths causes a lot of interest plus a lot of motivation to solve problems.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario and acting develops the Communication skills of the pupils.



22. Math Homework

Manual of Scripts for MATHeatre: page 130

Math Topic: Everyday mathematics.

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: simple operations, introductory sets.

Knowledge Acquired: mathematics in everyday life, mathematical thinking, and math history.

Skills Acquired:

Communication (mathematics communication): math history, math in everyday life problems.



23. The four guardians of the scared philosopher

Manual of Scripts for MATHeatre: page 133

Math Topic: Numbers

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: knowledge about numbers.

Knowledge Acquired: understanding the vital role of the zero, definition of prime numbers, information about numerical system, realize the importance of numbers existence, definition of irrational numbers.

Skills Acquired:

Comprehension: logical arguing.

The students learn about the history of mathematics. They also learn about the discovery of the numbers.

Use and application: To develop pupils' curiosity.



24. The Chronicles of Catherine Cloud

Manual of Scripts for MATHeatre: page 139

Math Topic: Pythagoras and numbers

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: ideas about numbers, shapes, circumference of the circle, radius, Pi.

Knowledge Acquired: mathematical notions around circle: tangents, secants, chords.

Student develops mathematical knowledge through visiting different time periods.

Skills Acquired:

In personification of the different uses of mathematic in life students understand that it is important and that we need to use them to solve problems: each geometric figure has its own properties to apply in concrete cases.

With humour students (re)discover the role of each mathematical discovery like numbers- history of mathematical notions.



25. The trial of numbers

Manual of Scripts for MATHeatre: page 139

Math Topic: Numbers

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: integers, zero, rational and irrational numbers, infinity.

Knowledge Acquired: the necessity of introducing irrational numbers.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different properties requires the development of analytical thinking, why it is not allowed to divide by zero (thus going to infinity).

Comprehension: The historical reasons for introducing irrational numbers help to understand the importance of the irrational numbers.

Numerical Computation: The significance of the irrational numbers to computation is shown.

Use and application: Significance of the zero, infinity and the irrational numbers for other domains is mentioned.



26. “Conditions, Conditions”

Manual of Scripts for MATHeatre: page 154

Math Topic: Quantifiers, logic

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Basics of mathematics logic.

Knowledge Acquired: Deeper insight in the properties of quantifiers.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Deeper insight in the properties of quantifiers.

Comprehension: This part of mathematical logic has important applications not only in mathematics, but also in everyday situations.

Problem solving: Application of mathematics concepts and their properties. The story is well constructed, has relation to mathematical content.

Use and application: Examples of the use of mathematical concepts and their application in various, real life-like situations applied to the correct definitions in logics.

Communication (mathematics communication): The clear description of concepts and their properties is developed, concerning its form it is more a stand-up comic-tragedy.



27. A unique ride

Manual of Scripts for MATHeatre: page 156

Math Topic: Numbers (proportions)

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Word tasks on proportions.

Knowledge Acquired: methodology in the solution of word tasks on proportions by ratio per unit.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different domains requires the development of analytical thinking.

Mathematical modelling: skills to translate real life problems to mathematical problems, to find the corresponding mathematical solutions and to make the inverse translations the real life situation. All these stages are implemented and therefore mathematical modelling skills acquisition is supported.

Use and application: Significance of word mathematical tasks for other domains. Using money in an amusement park each student argues to convince the others. The entertainment way of presenting is a motivation to successful learning.



28. Elf numbers

Manual of Scripts for MATHeatre: page 162

Math Topic: Basic properties and writing of natural numbers, history of mathematics

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Basic properties of natural numbers, their notation in different cultures and the History of the calculations are needed.

Knowledge Acquired: Deepening of understanding the properties of systems used in writing the numbers and notations of the basic operations in different cultures.

Skills Acquired:

Comprehension: The understanding of the notations dealt with are deepened, mutual links of different domains like history of mathematics in different cultures are developed.

Numerical and Symbolic Computation for elementary calculations and properties of the natural numbers.

Use and application: The story of the author helps a deeper mathematical understanding, and the presentation is suitable for increasing the real understanding of history of numbers, the intercultural aspects are present by the personages appearing: an Egyptian, an Indian, a Roman and a Greek are arguing for their mathematical culture.

Communication (mathematics communication): Description of numbers and notations used to represent them is developed in a very original way, a fairy tale about a fictive person called Elf, and introducing the main character, Andrew to the history of numbers throughout thousands of years.



29. The fastest proof of everything

Manual of Scripts for MATHeatre: page 166

Math Topic: Pythagorean Theorem, proof, logic, language of mathematics

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Different parts of mathematics, logic and history of science.

Knowledge Acquired: Language of logic, symbols and mathematics.

Skills Acquired:

The preparation and presentation required for this MATHeatre play develops Symbolic Comprehension for pupils: the understanding of different symbols (not only from mathematics). The student also learns about the history of mathematics.

They learn that Problem solving is an important part of Mathematics and the proof is the basis of mathematical thinking.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario and acting develops the Communication skills of the pupils.



30. Mathsss... Puaghh...!!! What for?

Manual of Scripts for MATHeatre: page 171

Math Topic: Golden Ratio

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: basic knowledge about addition, division.

Knowledge Acquired: Golden Ratio, deduction.

Skills Acquired:

Comprehension: logical reasoning. The students learn about the golden number

Use and application: To develop pupils' curiosity. The presentation is suitable for increasing the pupils' curiosity and to make them change their mind about mathematics.



31. Circles, semicircles and math

Manual of Scripts for MATHeatre: page 175

Math Topic: Logarithms

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Archimedes, Pythagoras, Logarithm.

Knowledge Acquired: History of this men and of logarithm. How it's used today concretely (logarithm).

Skills Acquired:

In personification of the different mathematicians students discover a way of demonstration. With humour students (re)discover the role of each mathematician. Students learn to explain and change their attitude towards mathematics.



32. Around the circle

Manual of Scripts for MATHeatre: page 178

Math Topic: Geometry

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Basic properties of geometry.

Knowledge Acquired: Learning the calculation of perimeter and area of basic plane figures with emphasis on circle.

Skills Acquired:

Relating games with geometry figures using reflective modern ideas.



33. Monkey Business

Manual of Scripts for MATHeatre: page 187

Math Topic: Numbers

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: multiplication and division of integers, divisor, and multiplier.

Knowledge Acquired: skills to find LCM (least common multiplier).

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different properties requires the development of analytical thinking.

Numerical computation: skills for mental computation

Problem solving: Problems based on the understanding of properties of numbers are linked to theoretical information. Skills to transform real life problems to mathematical problems,, to find the corresponding mathematical solutions and to make the inverse translations in the real life situation.

Use and application: Significance of LCM for other domains is mentioned. The problem is developed as an enigma, which increases curiosity and is a motivation to learning.



34. The Pythagorean proposition

Manual of Scripts for MATHeatre: page 199

Math Topic: The goal of this act is to be taught the Pythagorean Proposition and its reverse through one practical problem. The script clearly states the actuality: a difficulty in drawing the right angles and the goal.

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Description of basic theorems in elementary number theory, and Pythagoras' theorem, the History of the calculations are needed.

Knowledge Acquired: Deepening of understanding the applicability of school mathematics.

Skills Acquired:

Comprehension: The understanding of the topics dealt with is deepened, mutual links of different domains like history of mathematics, theoretical and practical computation aspects are developed.

Numerical and Symbolic Computation: calculations and properties of the natural numbers and applications of Pythagoras' theorem.

Use and application: a deep mathematical understanding and the presentation is suitable for increasing the real understanding of real applied mathematics.

Communication: creating a real dramatic situation around the relation between the personages help to develop good communication skills.



35. A mathematician's Apology

Manual of Scripts for MATHeatre: page 210

Math Topic: 3D geometry

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: History and discovery.

Knowledge Acquired: Reflexion about mathematics in our world. How it's used today concretely: puzzles, numbers, in poetic and in painting.

Skills Acquired:

Students discover a way of demonstration through humour the role of each mathematical application. Students learn to explain, make hypothesis and change their attitude toward mathematics.



36. Operation: Equation

Manual of Scripts for MATHeatre: page 219

Math Topic: Algebra

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Properties of arithmetic.

Knowledge Acquired: Apply properties of arithmetic with emphasis in the order of operations and progressions.

Skills Acquired:

The script is helping the pupils to develop a broad range of skills such as the knowledge of applications, communication and collaboration, self-direction, motivation and learning how to learn. It creates the environment for reflection and comprehension of concepts and processes around this mathematical area.



37. The happiness scale and the history of imaginary numbers

Manual of Scripts for MATHeatre: page 224

Math Topic: Number sets with the focus mainly on complex numbers.

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: Work with numbers sets, especially focusing on complex numbers.

Knowledge Acquired: Historical development of number sets, deepening of knowledge about properties of numbers.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: Linking different domains requires the development of analytical thinking.

Comprehension: The historical reasons for introducing complex numbers are one of tools helping to understand the importance and properties of complex numbers.

Numerical and Symbolic Computation: The significance of symbols used when working with complex numbers is shown.

Problem solving: Problems based on the understanding of properties of numbers are linked to theoretical information.

Use and application: Significance of complex numbers for other domains is mentioned.



38. On the set of the movie “How to become a Pythagorean”

Manual of Scripts for MATHeatre: page 224

Math Topic: History of Mathematics, popularization of Mathematics

Age Group: 14-18

Knowledge Background Needed: The History of Pythagoras’ theorem, and film making.

Knowledge Acquired: Better understanding of the Pythagoras Theorem.

Skills Acquired:

Comprehension: The understanding of the topics dealt with are deepened, mutual links of different domains like history of mathematics in different cultures are developed.

Numerical and Symbolic skills: Formulation and calculations related to Pythagoras’ theorem

Use and application: The story invented by the author helps to understand the real life vocabulary of the world of making films, as a work-film about the subject

Communication (mathematics communication): The short film scenario about the subject formulated in the title, suitable for a larger audience – like advertising clip about the project.



39. Who is better?

Manual of Scripts for MATHeatre: page 232

Math Topic: trigonometry functions

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: introductory trigonometry, functions.

Knowledge Acquired: relation of trig functions.

Skills Acquired:

Numerical and Symbolic Computation: relation of trig functions, absolute values, Cartesian coordinate system.

Visualization: relation of trig functions.

Communication (mathematics communication): functions appear as characters connected by their relations.



ANEXO 2 - Historias Matemáticas para el Análisis Teatral

(Sólo versión en inglés)

Indice de contenidos

Página

1. Elementary Operations: The children at Santa's Village	Anexo 2 [1]
2. Straight lines and angles: Trupot the robot learns straight lines and angles	Anexo 2 [2]
3. Triangles: In the land of mathematic triangles	Anexo 2 [3]
4. Plane Shapes: Sophie at the land of plane shapes	Anexo 2 [4]
5. Curves: Curves at the Luna Park	Anexo 2 [5]
6. Perimeter-Area: The measure-area	Anexo 2 [6]
7. Sets: The most beautiful camping of the mathematicians	Anexo 2 [7]
8. The cube: The water cube	Anexo 2 [8]
9. The sphere: A sphere of other dimensions	Anexo 2 [9]
10. The cone: The cone and Nic's construction	Anexo 2 [10]
11. The cylinder: The small Eskimo and the cylinder	Anexo 2 [11]
12. Pyramid: The spatial pyramid	Anexo 2 [12]
13. Prism: A meteor prism	Anexo 2 [13]
14. Equal Triangles-Uneven relations: A different lesson	Anexo 2 [14]
15. Pythagoras' theorem: Ancient, Greek, Mathematical museum	Anexo 2 [15]
16. Longitude and latitude and international time: A birthday present	Anexo 2 [16]
17. Factorial: The puzzle of knowledge of the green dragon	Anexo 2 [17]



1. Elementary Operations

The children at Santa's village

Math Topic: Arithmetic

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: No special knowledge background is required for a child to fully comprehend this story.

Knowledge Acquired: Mathematical operations: addition, subtraction, multiplication, division.

Skills Acquired:

This story develops in the most vivid way the comprehension skills of the students, as it uses the same example with the gift boxes to present a step-by-step description of the four mathematical operations. Taking advantage of the positive feelings Christmas and Santa Clause themes bring to kids, it presents addition, subtraction, multiplication and division in a way students are able to fully understand and follow. Moreover, it uses story-telling and narration as tools for mathematics communication. Finally, use and application of basic arithmetic in a production line is also present in this story.



2. Straight lines and angles

Trupot the robot learns straight lines and angles

Math Topic: Geometry

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Circle, rectangle, measuring angles, radius and diameter.

Knowledge Acquired: Differentiate and define line, ray and segment. Define and classify angles (acute, right, and obtuse).

Skills Acquired:

Analytical thinking skills: Description of motion using geometric concept of a straight line.

Understanding: Relationship between the ideas of infinity, beginning and ending with the definitions of line, ray and segment.

Numerical and Symbolic Computation: The "greater than" and "less than" operators are handled.

Problem solving skills: problem is described and its solution presented.

Mathematical modeling skills: a real situation is described with a mathematical model (straight-line trajectory) (segment-start and end).

Visualization skills: Development of the geometric view, locate and describe an environment full of geometric shapes, 3D viewing angles.

Use and applicability: spatial concepts that allow us to interpret, to understand and to appreciate the environment.

Communication skills: appropriate use of mathematical language.



3. Triangles

In the land of mathematic triangles

Math Topic: Geometry. Teach young students the fundamental notions regarding triangles. More precisely, their classification according to sides and angles.

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: an easy to read story while enables students to understand and identify triangles according to two criteria: classification by sides and by angles.

Knowledge Acquired: 'Triangles' uses a simple scenario to stimulate the acquisition of new knowledge through the understanding of the mathematical notions regarding geometrical forms.

Knowledge Acquired: Students learn about the equilateral, isosceles and the scalene triangles, as well as about the acute, obtuse and the rectangle triangles.

Skills Acquired:

Use and applicability: The simple, real to life language is to arouse both interest and motivation towards learning about the world of Mathematics in general, that of the triangles in particular.

Students may thus understand that each triangle is different and has no connection with any of the triangles presented in the scene.



4. Plane Shapes

Sophie at the land of plane shapes

Math Topic: Geometry

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: No special knowledge background is required for a child to fully comprehend this story.

Knowledge Acquired: Plane shapes, squares, rhombus, trapeziums, triangles, rectangulars, rectangular parallelograms, circles, polygons.

Skills Acquired:

This story gives a presentation of the various plane shapes by stimulating imagination and describing a journey to the land of plane shapes. It boosts comprehension skills by presenting beautiful images and metaphors. If presented the way written, it has the potential of developing visualization skills by showing the differences between different shapes (angles, parallel lines etc.). The way the story is structured is also a nice example of mathematics communication, using a well-known story-telling trick (visiting an exotic land) to make math more attractive.



5. Curves

Curves at the Luna Park

Math Topic: Curves

Age Group: 9-13

Description of the story: The story concerns the visit of a class of students to the Luna Park and the identification in this context of a number of curves that can be exploited in order to help them understand the concept.

Knowledge Background Needed: No special knowledge background is required.

Knowledge Acquired: Understanding of curves.

Skills Acquired:

Relating real life applications to mathematics.

Useful approach in creating the momentum for studying curves. The story is helping the pupils in developing skills such as knowledge of applications, communication and collaboration, self-direction, motivation and learning how to learn. It creates the environment for reflection and comprehension of concepts and processes around this mathematical area.



6. Perimeter-Area

The measure-area

Math Topic: Perimeter- Area, The measure-area

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Square, rectangle, Rhombus, parallelogram, triangle, Area, Perimeter.

Knowledge Acquired: Formulas of Area and perimeter of a square, parallelogram, triangle, Rhombus, rectangle.

Skills Acquired:

The story boosts comprehension skills on how to calculate the area and perimeter of a triangle and the various types of parallelograms. Numerical and Symbolic Computation is mentioned when multiplying the area of a pillow which is 30cm^2 by 12 to get the area covered by the tent. Mind Visualization of all the shapes mentioned. There are no actual drawings however some of the shapes are described in a way that the student is able to recall the shape in his mind. Preparing the presentation with the appropriate scenario, and the acting develops the Communication skills of the pupils.



7. Sets

The most beautiful camping of the mathematicians

Math Topic: Sets (preliminary definitions from the Set Theory)

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: simple reasoning.

Knowledge Acquired: definitions of set, subset, element of a set, inclusion, union of sets, and intersection of sets.

Skills Acquired:

Analytical Thinking: finding inclusion, union, intersection.

Comprehension: knowing how to denote sets, union and intersection; mathematical modeling.

Problem solving: starting to solve the problem one should comprehend the problem and plan the solution.

Communication: skill of finding and presenting a mathematical idea (mathematics communication).



8. The Cube

The water cube

Math Topic: The Cube elements, Cube Volume

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Square, base, mass, length.

Knowledge Acquired: Volume of the cube, Number of edges, Cube diagonal, Angles on a Cube.

Skills Acquired:

The story enhances the comprehension skills on how to calculate the Volume of a cube. Mind Visualization of all the shapes mentioned. There are no actual drawings however some of the shapes are described in a way that the student is able to recall the shape in his mind. Preparing the presentation with the appropriate scenario, and the acting develops the Communication skills of the pupils.



9. The sphere

A sphere of other dimensions

Math Topic: Geometry

Age Group: 14-18

Description of the story: The story concerns a discussion between two children about the concept of dimension and a visit of the two to a utopian space. This gives them the opportunity to consider some concepts that constitute a space somehow different from the one they experience in everyday life. Also it provides opportunities for considering ideal conditions and for living and moral aspects that can be set as values.

Knowledge Background Needed: Basic mathematics.

Knowledge Acquired: The setting in which the story takes place contributes effectively in the comprehension of the concept of dimension and space.

Skills Acquired:

Useful approach in creating the momentum for studying elements of geometry that are not usually the object of school mathematics. The story is helping the pupils to develop skills such as knowledge of applications, communication and collaboration, self-direction, motivation and learning how to learn. It creates the environment for reflection and comprehension of concepts and processes around this mathematical area. Furthermore it provides the opportunity for values education.



10. The cone

The cone and Nic's construction

Math Topic: Basic properties of conic surfaces, central axes, semi-straight lines, vertex, circular basis, right cone, oblique cone, computer graphics

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Elementary space Geometry, points, angles, semi-lines, surface.

Knowledge Acquired: the notion of the conic surface, right cone, oblique cone, circular disc, elliptic disc, and cone shaped forms in everyday form.

Skills Acquired:

Comprehension: The understanding of the geometric construction and properties is deepened; links of different applications of cons in real life are developed.

Numerical and Symbolic Computation for graphing conical surfaces are developed.

Use and application: The play is increases the motivation of pupils towards learning mathematics; the story invented by the author helps the pupils find relations between the mathematics lesson and real life.

Communication (mathematics communication): an imaginary dialogue is developed between the teacher and pupils, and the ideas are continued in designing a game and competition based on the mathematics learned in the lesson, to increase the results to be obtained by pupils in the classroom of the main character. The logo of the story is “Knowledge is power”.



11. The cylinder

The small Eskimo and the cylinder

Math Topic: cylinder: description of the solid and its volume

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Basic geometrical vocabulary: cylinder, surface, circle, radius, height.

Knowledge Acquired: This fairytale does include some basic information about cylinder. On using this play the theory is taught. It is possible to add other type of solids.

Skills Acquired:

The pupils realize that the mathematical knowledge can be needed in other fields than mathematics, that everyday life problems can be solved thanks to mathematics.

Use and applicability: It can be seen that using a fairytale is motivating and creates interest in a very abstract algebraic problem.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develops the Communication skills of the pupils.



12. Pyramid

The spatial pyramid

Math Topic: pyramid - description of the shape

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Basic geometrical vocabulary: pyramid, base, polygon, side, distance.

Knowledge Acquired: More special vocabulary: vertex, edge, height. This fairytale does include some basic information about pyramid. On using this play the theory is taught. It is possible to add other type of solids.

Skills Acquired:

The pupils realize that the mathematical knowledge can be needed in other fields than mathematics, that everyday life problems can be solved thanks to mathematics.

Use and applicability: Using this type of fairytale is a way to motivate pupils, creating interest around mathematical notions. Others different mathematical shapes could be added in the script to discover or describe other solids that the teacher needs to teach regarding to the curriculum.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develops the Communication Skills of the pupils.



13. Prism

A meteor prism

Math Topic: Geometry, Stereometry, prism, crystals

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: prism.

Knowledge Acquired: Terminology connected with prism.

Skills Acquired:

Use and applicability: nice example of the use of mathematical terminology in real life situation. Crystals are examples of perfect prisms.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario and acting develops the Communication skills of the pupils. It is very important, that theatre play shows the correct terminology.



14. Equal Triangles-Uneven relations

A different lesson

Math Topic: Congruence of triangles.

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed need: basic knowledge of properties of triangles.

Knowledge Acquired: Deepening the knowledge of the congruence of triangles, above all the application of the three basic theorems (Side-Side-Side, Side-Angle-Side, Angle-Side-Angle, Angle-Angle-Side) in various situations and assigned elements of triangles. Application for right-angled triangles.

Skills Acquired:

Improving communication skills by being in the position requiring explanations of mathematical ideas.

Improving the competency to pose question and to defend own ideas.



15. Pythagoras' theorem

Ancient, Greek, Mathematical museum

Math Topic: Pythagoras' theorem

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Right-angled triangles, Pythagoras' theorem.

Knowledge Acquired: The names of famous ancient mathematicians are mentioned. This fairytale explains the mathematical content of Pythagoras' theorem. On using this play the theory is taught.

Skills Acquired:

Use and applicability: Using this type of fairytale is a way to motivate pupils and to create interest around mathematical notions.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develops the Communication skills of the pupils.



16. Longitude and latitude and international time

A birthday present

Math Topic: Geometry, Planet rotation & Time (time-zones)

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: Basic mathematics.

Knowledge Acquired: Learning about the Earth's rotation, how it effects time, and the division of 24 time-zones. This fairytale does include some basic information about the earth moving around its own axle over 24 hours.

Skills Acquired:

Problem solution skills using a mathematical solution. Mastering the earths division in 24 time-zones and reflecting the time of day and night.

Use and applicability: It can be seen that using a fairytale is motivating and creates interest in a large geographical object as the Earth and the construction of time in days and hours after its rotation around its own axle.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develops the Communication skills of the pupils.



17. Factorial

The puzzle of knowledge of the green dragon

Math Topic: Factors, combined mathematics

Age Group: 9-13

Knowledge Background Needed: basic mathematics.

Knowledge Acquired: Basic information about factors. Understanding of factorial.

Skills Acquired:

Problem solving skills supported by mathematical solution. To learn factors can be seen as being an advantage and achieving success.

Use and applicability: It can be seen that using a fairytale is motivating and creates interest in a very abstract algebraic problem.

Preparing the problems, the presentation with the appropriate scenario, acting and the use of visual tools develops the Communication skills of the pupils.



ISBN 978-9963-713-10-3

El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea.
Esta publicación (comunicación) es responsabilidad exclusiva de su autor.
La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.