LAS NTICS Y LOS PROYECTOS GRUPALES: TRABAJO COLABORATIVO DE DOCENTES Y ESTUDIANTES.

Sonia Pastorelli ; Humberto Pampiglioni; Lilian Cadoche (*); Matias Gareli Fabrizi
Facultad Regional Santa Fe, Univ. Tecnológica Nacional. ARGENTINA;
(*) Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral ARGENTINA;
spastorelli@frsf.utn.edu.ar
Nivel : EGB3, Polimodal y/o universitario
Palabras claves: matemática – simulaciones- sonidos – Ntic´s

Resumen

Cooperar significa trabajar juntos para alcanzar objetivos compartidos.
Los proyectos usando NTICs constituyen hoy un medio importante en la enseñanza de la matemática; no sólo por las potencialidades que presentan sino por el interés que desata en los jóvenes. En el 2003 el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) expresa que la tecnología es una herramienta básica para la enseñanza y el aprendizaje efectivo; amplía los contenidos que se pueden enseñar y mejoran el aprendizaje.
Los desarrollos de proyectos grupales en colaboración con los docentes, usando Sistemas Algebraicos de Cómputos (SAC) permiten a los estudiantes ser testigos de desempeños modelos tanto por parte de expertos como de otros estudiantes.
El desarrollo de proyectos donde en cada etapa se deben superar los anteriores permiten al docente reconocer los desempeños alcanzados y andamiar los siguientes. En este taller se desarrollaran actividades que emulan en trabajo con un grupo de estudiantes en donde se utilizan los sonidos y simulaciones generados por un SAC como recurso didáctico para promover experiencias de aprendizaje significativas e estimulantes para los alumnos, a la vez que les ayuda a potenciar la comprensión de los conceptos objeto de estudio (desde las mas sencillos funciones trigonométricas periódicas y no periódicas hasta los mas complejos serie de Fourier).
El objetivo final de este taller de 4 horas de duración será generar una composición musical y justificar la forma en que un órgano electrónico genera los sonidos o como se almacenan los mismos en un disco compacto.

Introducción.

Cooperar significa trabajar juntos para alcanzar objetivos compartidos. El *Aprendizaje Cooperativo* es el uso en educación de grupos pequeños, en los que los alumnos trabajan juntos para mejorar su propio aprendizaje y el de los demás. Los alumnos sienten que pueden alcanzar sus objetivos de aprendizaje sólo si los demás integrantes de su grupo también los alcanzan (*Johnson*, 1999).

En octubre de 2003 el *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) publica el documento "*The Use of Technology in the Learning and Teaching of Mathematics*". Este expresa que la tecnología es una herramienta básica para la enseñanza y el aprendizaje efectivos de las matemáticas; amplía las matemáticas que se pueden enseñar y mejoran el aprendizaje de los estudiantes. El documento se explaya aclarando que las nuevas tecnologías ayudan en la recolección, la organización, el tratamiento y el análisis de datos. Proporcionan visualizaciones convenientes, exactas, y dinámicas. Con tales herramientas los estudiantes pueden ampliar la gama y la calidad de sus investigaciones matemáticas y encontrar ideas matemáticas en ajustes más realistas. Las animaciones y/o representaciones de fenómenos realizados a través del uso de sistemas algebraicos de cómputos conjugan la riqueza de la observación experimental de los fenómenos con la facilidad de la presentación de los mismos.

No es nueva la idea de que la observación de los fenómenos físicos facilita la comprensión de los conceptos matemáticos que los describen. Ya Arquímedes explicaba que a través de observaciones lograba comprender resultados, los que luego debía demostrar formalmente. Aclaraba que, si bien el hecho no se explicaba en sí mismo por sola observación, es más fácil poder ofrecer una razón luego de haberlo comprendido, que intentar hacerlo sin ningún conocimiento previo.

Por otro lado, la *Enseñanza para la Comprensión* (EpC, Blythe (1999), Stone Wiske(1999); marco conceptual desarrollado por la Escuela de Graduados de Educación de Harvard cuyos exponentes máximos son Perkins, Gardner y Perrone; postula la valoración diagnóstica continua de desempeños de comprensión como uno de los pilares básicos de la educación.

Los desarrollos de proyectos grupales en colaboración con los docentes, usando Sistemas Algebraicos de Cómputos (SAC) permiten a los estudiantes ser testigos de desempeños modelos tanto por parte de expertos como de otros estudiantes. Pueden analizar y criticar estos desempeños ejemplares según criterios tendientes a comprender qué entraña un desempeño bien hecho. Los estudiantes emulan estos modelos y el aprendizaje avanza por medio de la valoración del desempeño propio y de los otros en relación con criterios claros. De esta manera, la evaluación diagnóstica refuerza a la vez que evalúa el aprendizaje.

Las evaluaciones continuas se basan en criterios públicos, relevantes y explícitos y se realizan a menudo, desde el principio de una secuencia curricular, hasta su fin y se realizan conjuntamente con cada desempeño significativo de comprensión. Estas evaluaciones se orientan hacia los próximos pasos y se remontan a controlar y evaluar el avance realizado, de modo que los alumnos, no sólo pueden saber cómo han cumplido un desempeño, sino también, cómo pueden mejorarlos.

El desarrollo de proyectos donde en cada etapa se deben superar los anteriores permiten al docente reconocer los desempeños alcanzados y andamiar los siguientes. En el desarrollo de cada etapa del proyecto el docente es un guía que propicia nuevos desempeños de comprensión.

La experiencia con los estudiantes.

En este taller (dirigidos a los participantes del congreso) se desarrollarán las actividades que emulan el trabajo con nuestros estudiantes. En los talleres con nuestros alumnos se utilizan los sonidos y simulaciones generados por un SAC como recurso didáctico para promover experiencias de aprendizaje significativas e estimulantes, a la vez que les ayuda a potenciar la comprensión de los conceptos objeto de estudio (desde los mas sencillos tales como funciones trigonométricas periódicas y no periódicas hasta los mas complejos tal como la utilidad de las series de Fourier).

Las actividades de este taller han sido desarrolladas con dos grupos de alumnos distintos de la facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional

- Estudiantes del tercer año de ingeniería (mecánica, civil, industrial y eléctrica) en la cátedra Cálculo Avanzado; donde el objetivo es reconocer usos tecnológicos del desarrollo en *series trigonométricas de Fourier*.
- Aspirantes al ingreso a la universidad, donde los sonidos se utilizaron como favorecedores de la comprensión del tópico *período y amplitud de funciones trigonométricas*.

Objetivo del taller

El objetivo final en ambos casos del taller de 4 horas de duración fue generar una composición musical y justificar la forma en que un órgano electrónico genera los sonidos o como se almacenan los mismos en un disco compacto.

Obviamente los contenidos conceptuales son distintos en ambos grupos pero en ambos el motor de la experiencia es desatar el interés de los alumnos en las aplicaciones tecnológicas de los conceptos matemáticos.

El tratamiento de los contenidos.

Se trabaja con materiales generados por integrantes (docentes y becarios) del proyecto de investigación "Uso pedagógico de las NTICs para mejorar la comprensión del Cálculo", el cual tiene por objetivo el diseño, uso y evaluación de materiales didácticos que, adaptados a los conocimientos previos de los alumnos y a sus intereses y motivaciones propendan al logro de buenos desempeños de comprensión.

Estos materiales tienen formato de archivo electrónico generados bajo el software Mathematica 5.1

En el siguiente cuadro (figura 1) se esquematiza el desarrollo de los contenidos durante el taller con el grupo de Cálculo Avanzado.

Repaso de funciones trigonométricas.
Objetivo: Conocer la sintaxis del sofware a la vez que se caracterizan las gráficas de $y = g(x)\, a\, sen(\, b\, x\,)$

Determinación de una Serie de Fourier.
Objetivo: Confrontar similitudes y diferencias entre la gráfica de f(x) y las distintas sumas parciales de la serie de Fourier. Analizar convergencia, derivabilidad y fenómeno Gibbs.

Generación de sonidos con matemática
Objetivo: Confrontar similitudes y diferencias entre la gráfica de f(x) y las distintas sumas parciales de la serie de Fourier,

Caracterización de un órgano musical.
Objetivo: Mostrar un uso tecnológico del conocimiento matemático

Figura 1: Esquema de trabajo en el laboratorio

Luego de una primera etapa donde se repasa la sintaxis del software a través de las generaciones de las gráficas $y = sen(k\ x)$; $y = k\ sen(x)$ y $y = g(x)\,sen(x)$, se utilizan las series de Fourier para generar una onda triangular y una cuadrada.

En esta segunda fase se analizan los algoritmos presentes en el archivo y que determinan sumas parciales de serie correspondientes a una onda cuadrada y a una triangular. Las animaciones confrontan las similitudes y diferencias entre las gráficas de éstas y las de la función periódica correspondiente (ver Figura 2. y 3).

Estos ejemplos dan pie para analizar condiciones de convergencia, contrastar la derivabilidad de la serie con la de la función, así como para la visualización del paradójico efecto Gibbs.

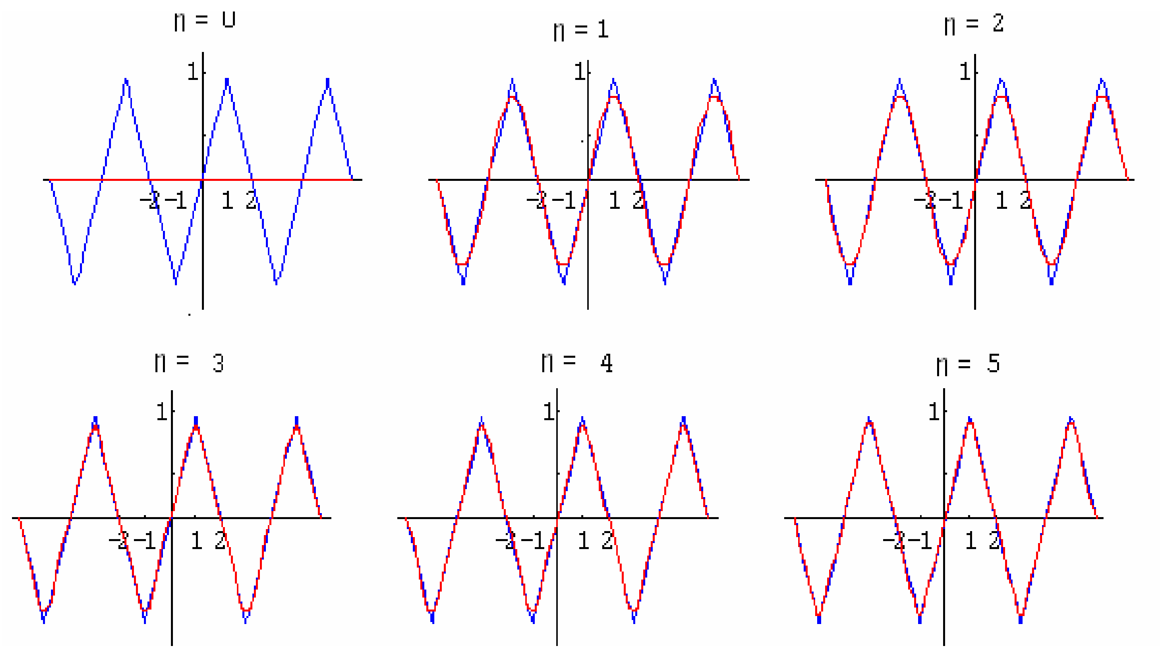


Figura 2: Onda triangular y sumas parciales de orden n de la Serie de Fourier.

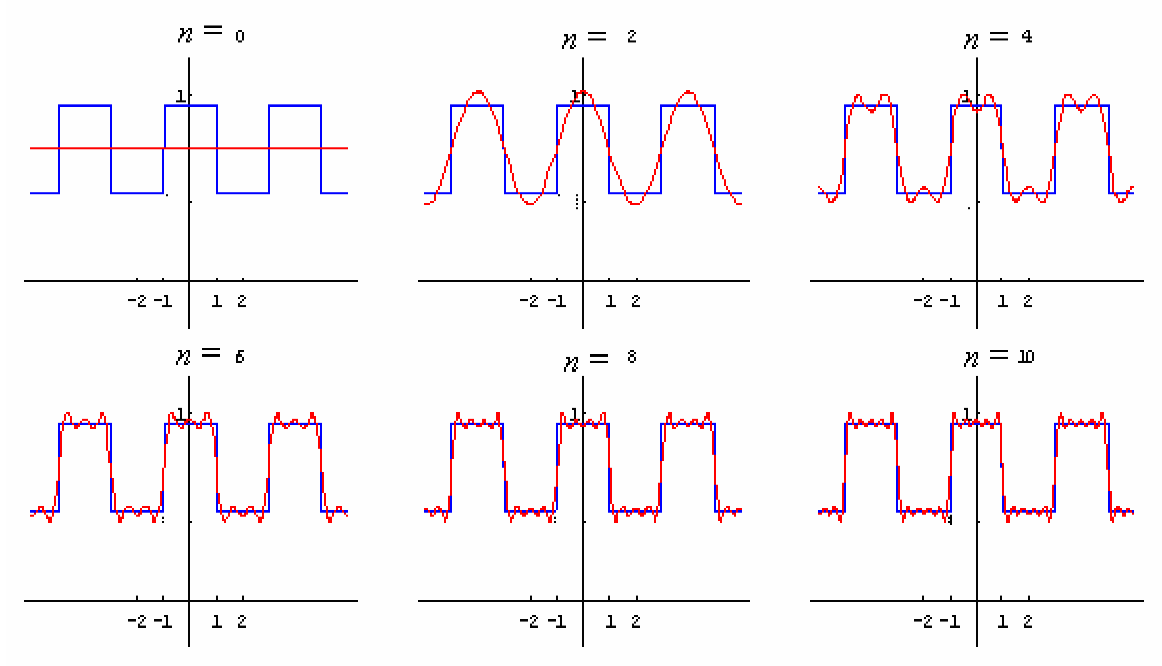


Fig
ura 3: Onda triangular y sumas parciales de orden n de la Serie de Fourier.

También se contrastan las diferencias en los desarrollos de medio rango usando las distintas series (de senos o de cosenos, ver figura 4).

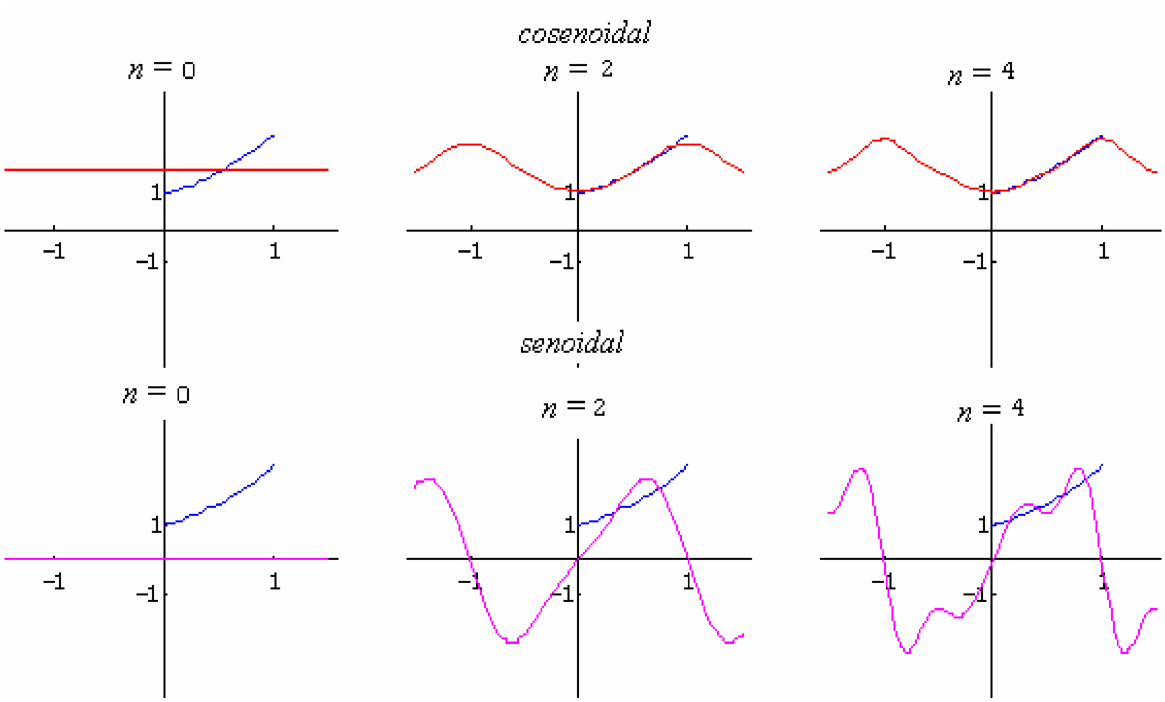


Figura 4: Desarrollo en medio rango de la función $y = e^x$ en [0;1].

Finalmente, en el tercer bloque de archivos, se utilizan los sonidos generados por Mathematica para analizar las tres componentes del mismo: altura, intensidad y timbre (este último relacionado a los contenidos tratados, ya que se relacionan con la forma de la onda).

Utilizando un archivo de diapositivas se realiza una breve introducción de los principios físicos que genera el sonido (ver figura 5).

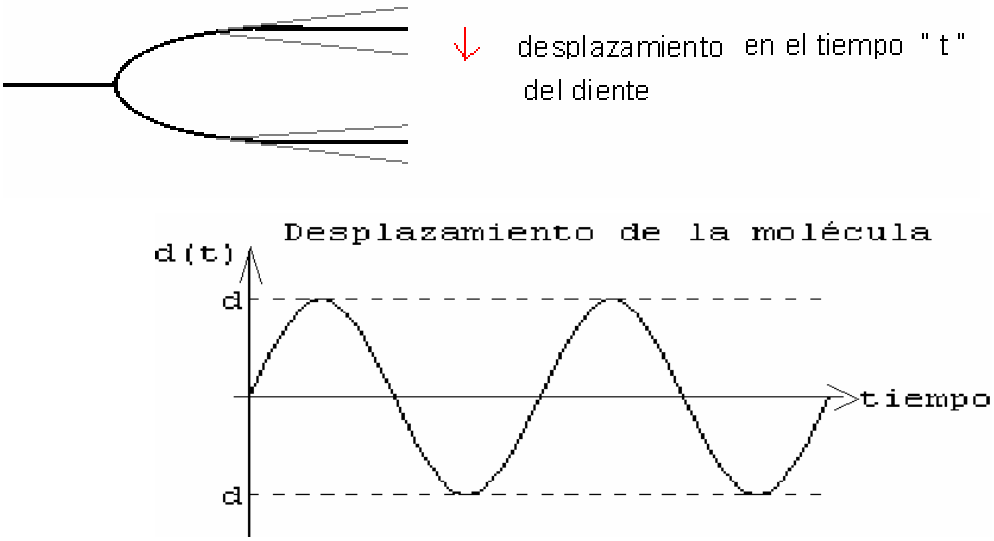


Figura 5: sonido generado por un diapasón.

La función Play del software Mathematica permite generar sonidos con distintas frecuencias, amplitudes y formas de ondas (ver figura 6, 7 y 8).

```
a[t_] := 0 /; 0 ≤ t < 1
a[t_] := 1 /; 1 ≤ t < 2
a[t_] := 2 /; 2 ≤ t < 3
a[t_] := 3 /; 3 ≤ t < 4
a[t_] := 4 /; 4 ≤ t < 5
a[t_] := 5 /; 5 ≤ t < 6
a[t_] := 6 /; 6 ≤ t < 7
a[t_] := 7 /; 7 ≤ t ≤ 8
Play[a[t]*Sin[2π 440 t], {t, 0, 8}];
```

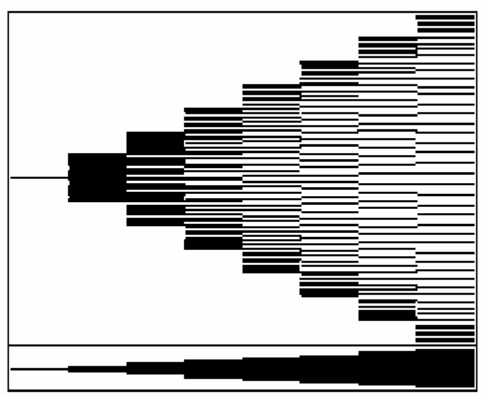


Figura 6: Entrada y Salida que genera un sonido con distinta intensidad (armónica con frecuencia 440)

```
Play[Sin[2π 260 t], {t, 0, 1}] + Play[Sin[2π 290 t], {t, 0, 1}] +
Play[Sin[2π 320 t], {t, 0, 1}] + Play[Sin[2π 350 t], {t, 0, 1}] +
Play[Sin[2π 390 t], {t, 0, 1}] + Play[Sin[2π 440 t], {t, 0, 1}]
```

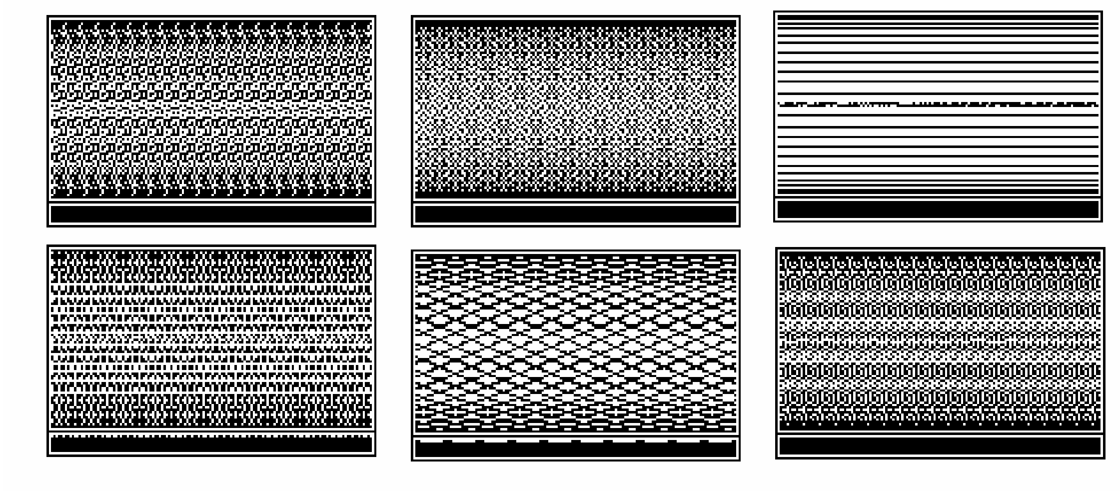


Figura 7: Entrada y Salida que genera un sonido con distintos tonos (escala musical).

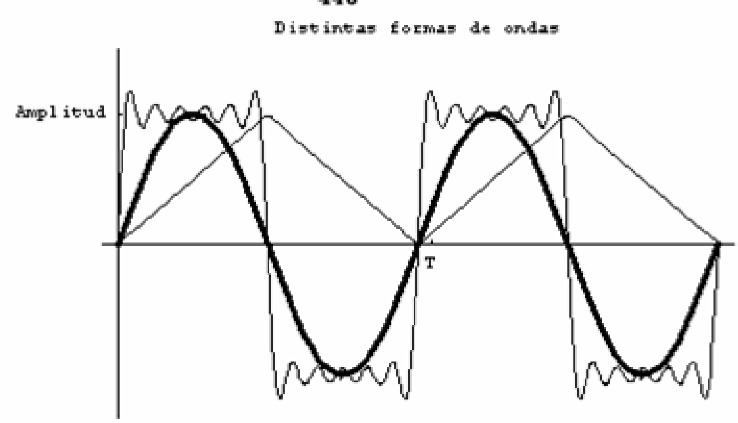
Finalmente, para posibilitar mejores desempeños de comprensión se solicita a los participantes que descubran los efectos de los distintos tipos de teclas de un órgano eléctrico, analizado desde la visión matemática.

```
Clear[f, f1, f2];
f := Sin[2 π 440 t]
```

$$f1 := \frac{4\,Sin[880\,\pi\,t]}{\pi} + \frac{4\,Sin[2640\,\pi\,t]}{3\,\pi} + \frac{4\,Sin[4400\,\pi\,t]}{5\,\pi} + \frac{4\,Sin[6160\,\pi\,t]}{7\,\pi} + \frac{4\,Sin[7920\,\pi\,t]}{9\,\pi}$$

$$f2 := \frac{1}{2} - \frac{4\,Cos[880\,\pi\,t]}{\pi^2} - \frac{4\,Cos[2640\,\pi\,t]}{9\,\pi^2} - \frac{4\,Cos[4400\,\pi\,t]}{25\,\pi^2} - \frac{4\,Cos[6160\,\pi\,t]}{49\,\pi^2} - \frac{4\,Cos[7920\,\pi\,t]}{81\,\pi^2}$$

$$Plot\left[\{f, f1, f2\}, \left\{t, 0, \frac{2}{440}\right\}\right];$$




```
Play[f, {t, 0, 1}] + Play[f1, {t, 0, 1}] + Play[f2, {t, 0, 1}]
```

Figura 8: Sonidos con distintos timbres (de igual amplitud y frecuencia).

Algunos resultados.

Se han valorizado los laboratorios a través de encuestas a los alumnos que participaron en las experiencias.

Descubrimos que los sonidos y simulaciones permiten experiencias de aprendizaje significativas e estimulantes para los alumnos, a la vez que les ayuda a potenciar la comprensión de los conceptos objeto de estudio.

Las expresiones de algunos estudiantes resumen quizás el pensamiento común de éstos. Lucio manifestó "Con la computadora se ve mejor, no es que se aprenda más, pero si más rápido. Seguramente, cuando me pusiera a estudiar para rendirlo lo iba a entender igual, pero así, en una clase, comprendí más rápido y mejor, digamos que costó menos". Raúl dice "Todo lo que entra por los ojos, dura más en la cabeza. Seguramente en unos años no me voy a acordar del tema de las integrales que determinan los coeficientes, pero casi seguro que voy a saber para qué usar estas series". María dice "Una experiencia agradable y útil. A veces uno piensa que entendió sólo porque supo resolver las integrales". Fernando expresa "Además de entender cosas básicas, que no las tenía claras, aprendí algo de como funciona el sonido. Entendí algunos principios tecnológicos, cosa que nunca me puse a pensar. Uno escucha que mandaron a analizar la voz para saber si era de un tipo, pero no sabía con que principio lo hacían".

Uno de los aspectos importantes a resaltar en esta experiencia es la integración obtenida entre pedagogía y tecnología para la enseñanza de conceptos matemáticos que son abstractos y que los alumnos, por si mismos no relacionan con su entorno.

Referencias Bibliográficas

Blythe, T. y colaboradores. et al (1999). *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Johnson, D. W. , Johnson, R.T. y Holubec , E.J. (1999): *El aprendizaje cooperativo en el aula*. (1º edic.). Buenos Aires: Editorial Paidos.

Stone Wiske, M.. (comp.). (1999). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics (2003). *The Use of Technology in the Learning and Teaching of Mathematics.* Disponible en: http://www.nctm.org