

## **APLICACIÓN DEL REFORZAMIENTO DE SKINNER EN EL APRENDIZAJE DEL PIANO MEDIANTE LA MEMORIZACION MATEMATICA DE LOS ACORDES.**

Dr. Raúl Ibarra Ovando. <sup>1</sup>  
Guadalajara, Jal. México.

### **I.- PLANTEAMIENTO :**

Partiendo de la base de que el cerebro humano procesa la música y las matemáticas en las mismas zonas del cerebro (en ambos casos se trata de lenguajes), surge la posibilidad de acelerar el aprendizaje de los aspectos matemáticos del piano, mediante el "Reforzamiento" de la conducta verbal apropiada. Veamos primero algunos datos interesantes:

-La Música y el Cerebro Humano :

La música y las matemáticas ocupan áreas similares en el cerebro. En el libro de Howard Gardner : " Marcos a la Mente ", el autor dice que la Música y las Matemáticas comparten los mismos elementos, tales como Proporciones, Radios Especiales y Patrones Recurrentes. Por ejemplo, en la música se utilizan habilidades matemáticas menores para contar los ritmos en una medida, y habilidades matemáticas mayores para analizar : (a) la forma y estructura musical, (b) como pueden repetirse o transformarse los patrones musicales.

-Razonamiento Abstracto :

Utilizamos nuestro cerebro para recibir la información de nuestro medio ambiente, la cual es analizada y procesada en diferentes formas. Una de ellas es " Abstractamente ". El Razonamiento Abstracto es el proceso de llegar a conclusiones a través del uso de símbolos o generalizaciones, los cuales se utilizan al manejar los números para resolver problemas matemáticos. En Música, se utiliza el Razonamiento Abstracto cuando al leer una partitura, se traduce la música impresa en símbolos específicos y duraciones de sonido. La capacidad para " leer rápidamente " esos símbolos de notas, y entendiendo como deben de sonar, depende de la utilización de dicho Razonamiento.

-Habilidad Espacial :

Otra forma de aprender es mediante la capacidad de percibir o resolver problemas asociados con las relaciones que existen entre objetos o figuras, incluyendo : Posición, Dirección, Tamaño, Forma y Distancia. La habilidad espacial se utiliza para resolver rompecabezas, o colocar un objeto aparte y regresarlo a su lugar, o reorganizar mentalmente el mobiliario en una habitación, antes de tocar

---

<sup>1</sup> willshak5280@yahoo.com.mx

cualquier cosa. O sea, la habilidad para tomar una imagen real o mental con diferentes objetos; y ser capaz de colocar, y revisar los objetos que existen en ella.

-Utilizando la Habilidad Espacial en la Música :

a).- Componiendo o Escuchando Música : Para ser capaz de colocar, valorar y revisar las frases complejas y las secciones de una composición musical.

b).- Identificando la Música : La capacidad de observar los Patrones de la música impresa y reconocer una canción o pieza en especial. Las personas con un pequeño adiestramiento, pueden utilizar su habilidad espacial para aprender los diferentes elementos que intervienen en la estructura de una pieza musical.

c).- Al Experimentar la Música : Al mover su cuerpo y haciendo gestos, Ud. está traduciendo la música que ve o que escucha. La Música y el movimiento van juntos. Al tocar las teclas del piano, su cerebro procesa los sonidos que Ud desea tocar, y los traduce en finas habilidades musicales. Ud utiliza la capacidad de coordinación de sus manos y dedos para tocar la tecla correcta en el momento adecuado.

## **II .- BASES NEUROANATOMICAS Y NEUROFISIOLOGICAS :**

Mon – Chaio – Lo en su trabajo acerca de la Música y sus Efectos en el Cerebro Humano, nos dice : “ Nuestro cuerpo trata en forma natural de sincronizarse con los sonidos y ritmos externos. Los expertos en música de relajación sugieren que el tiempo de 60 a 90 latidos por minuto es el ideal para la relajación pues concuerda con la frecuencia cardiaca. Niños menores de 3 años que son expuestos a la música clásica posteriormente son mejores estudiantes de ciencias, de matemáticas y con coeficientes intelectuales más altos. Puesto que la música está tan orientada hacia las matemáticas, los expertos piensan que al escucharla, los niños están ejercitando – la misma parte – del cerebro que maneja las matemáticas, lógica y el razonamiento de alto nivel. Aquí podemos mencionar que el programa Kindermusik para Principiantes permite el aprendizaje de niños de 3 y medio a 5 años, asociando la música con el juego estructurado, lo cual los prepara y motiva para todo tipo de aprendizaje.

Las áreas del cerebro involucradas en la audición, memoria, e incluso visión – particularmente aquellas en el hemisferio derecho – coordinan la percepción y memoria musical. Simplemente escuchando música provoca un aumento en el flujo sanguíneo en el lóbulo temporal derecho, que se asocia con la Audición, así como en la parte posterior del hemisferio derecho que se relaciona con la Visión ( puesto que el estímulo musical genera una imagen visual ). La música estimula una región en el hemisferio izquierdo llamada área de Broca y que se relaciona con el Lenguaje ( no solo identifica los sonidos del lenguaje, sino todos los conocidos ). Por el contrario, el Timbre y sus cambios son fundamentalmente identificados en el hemisferio derecho.

De acuerdo con un estudio realizado por investigadores estadounidenses y belgas, dirigidos por Petr Janata, del Centro de Neurociencia Cognitiva de Dartmouth, New Hampshire y publicado en la revista Science de Diciembre 13, 2002 ; fue posible elaborar por primera vez un mapa de las regiones del cerebro humano responsables de percibir la música.

Elas son :

a) Corteza Prefrontal Rostromedial.

Recuerda y procesa los tonos. Responsable del aprendizaje de las estructuras musicales.

b) Lóbulo Temporal Derecho.

Procesamiento básico del sonido. Separa la armonía musical de otros estímulos auditivos.

c) Sistema Límbico.

Responsable de percibir las emociones. Mantiene comunicación con el lóbulo temporal y por ello la música tiene impacto en los sentimientos.

Asimismo, Manfred Clynes, PhD ( citado por Margaret Seleme de Guevara ) nos dice en su libro - La Música, la Mente y el Cerebro -, 1982 : “ La música compromete a nuestro cerebro en su totalidad. La estructura, los intervalos, la calidad y el timbre armonioso de la música y los patrones espaciales temporales de largo plazo son reconocidos por nuestro hemisferio no-dominante ( en la mayoría de nosotros el hemisferio derecho )”.

Por otro lado, las signaturas de corto plazo de la música como ser el volumen que cambia rápidamente, la trayectoria exacta y rápida del tono, el tempo ( pacing ) y la letra son reconocidos por el hemisferio dominante ( en la mayoría de nosotros el izquierdo ). Robert J. Zatorre ( citado por Bruce Bowers ), neurocientífico del Instituto Neurológico de Montreal y sus colegas, encontraron que las áreas del cerebro que participan en la audición, recuerdo e incluso visión – particularmente las del hemisferio derecho – coordinan la percepción y memoria musical. Simplemente escuchando melodías, aumenta el flujo sanguíneo cerebral en el lóbulo temporal derecho que es el que participa en la audición, así como en el área posterior del hemisferio derecho previamente asociada con la visión. Porciones adicionales de las capas externas e internas del cerebro, nuevamente fundamentalmente en el lado derecho, mostraron cambios en el flujo sanguíneo cerebral durante las comparaciones de tono. Las comparaciones entre la primera y última nota, que fueron las que crearon las mayores demandas en la memoria de los voluntarios que participaron en este estudio, produjeron cambios en el lóbulo temporal sugiriendo el funcionamiento de un sistema cerebral dedicado a la memoria de corto plazo para los sonidos.

Norman M. Weinberg nos dice en su artículo Música y el Cerebro : “ infantes tan jóvenes como de 2 meses voltearán hacia sonidos consonantes o agradables, y se alejarán de los disonantes. La música abarca muchas áreas distribuidas a lo largo del cerebro, incluyendo aquellas que normalmente están involucradas en otro tipo de conocimientos. Una región en el lóbulo frontal permite la construcción de la sintaxis tanto de la música como del lenguaje. La corteza auditiva del lóbulo temporal se encarga de recibir la información enviada por medio del nervio auditivo y que es transformada por la coclea del oído interno de sonidos complejos a sus frecuencias elementales. La respuesta a la música como tal es más complicada. Ella consiste en una secuencia de tonos, y su percepción depende de reunir las relaciones entre los sonidos. Muchas áreas del cerebro están involucradas en procesar los diversos componentes de la música. Por ejemplo, el Tono incluye tanto las frecuencias como las intensidades de un sonido. Las respuestas de neuronas auditivas dependen de la localización de *cierto tono* dentro de una melodía ; pudiendo ser más intensa cuando *dicho tono* es precedido por otros tonos más que cuando es el primero. Además, las células reaccionan en forma diferente al mismo tono cuando es parte de una melodía ascendente ( de tonos bajos a altos ). En relación al Ritmo, el lóbulo temporal izquierdo parece procesar estímulos más breves que el lóbulo temporal derecho y por lo tanto estaría más involucrado

cuando la persona está tratando de discernir el ritmo al escuchar sonidos musicales más breves. Las regiones auditivas del lóbulo temporal derecho se activan cuando se enfoca en los aspectos de la Armonía.

Al Timbre también se le asigna una preferencia en el lóbulo temporal derecho. La discriminación entre diferentes timbres también se da en esa zona. Ciertas neuronas se vuelven extra sensibles a sonidos que atraen la atención y que son almacenados en la memoria. El aprendizaje - reajusta o resintoniza – el cerebro de tal forma que más neuronas responden mejor a sonidos conductualmente importantes. Este proceso de ajuste neuronal se extiende a lo largo de la corteza, editando el mapa de frecuencia de tal manera que una mayor área de la corteza procesa los tonos importantes. El aprendizaje por *reajuste o resintonía* puede ayudar a explicar porque podemos reconocer rápidamente una melodía conocida estando en un cuarto ruidoso y también porque las personas que sufren pérdida de la memoria por enfermedades neurodegenerativas como la de Alzheimer pueden recordar aún música que habían aprendido en el pasado. Incluso cuando no está presente el sonido, todos podemos *escuchar* una melodía al recordarla. Piense en cualquier pieza de música que Ud. conozca y *tóquela* en su cabeza. ¿ En que parte del cerebro se está tocando ?. Muchas de las mismas áreas en los lóbulos temporales que se involucran al escuchar una melodía también lo hacen simplemente al recordarla. Así como algún entrenamiento aumenta el número de neuronas que responden aun sonido cuando este se vuelve importante, el aprendizaje prolongado ( como en el caso de los músicos ) produce respuestas más marcadas y cambios físicos en el cerebro. Los músicos, que generalmente practican durante muchas horas al día por años muestran tales efectos, sus respuestas a la música difieren de aquellas de los no – músicos; también muestran un mayor desarrollo de ciertas áreas de sus cerebros. Se ha encontrado que cuando los músicos escuchan una melodía en el piano, cerca de un 25 % más de sus regiones auditivas en el hemisferio izquierdo responden, a diferencia de las personas no – músicos. Asimismo, esta expansión del área de respuesta es mayor entre más joven se inician las clases. Estudios en niños sugieren que la experiencia musical temprana puede facilitar el desarrollo. El registro de respuestas cerebrales en niños de 4 y 5 años de edad a tonos puros de piano, violín y tonos puros demostró que aquellos que habían recibido una mayor exposición a la música en sus hogares mostraron una mayor actividad cerebral auditiva, en comparación con niños 3 años mayores que no habían recibido dicho entrenamiento. Los músicos pueden mostrar mayores respuestas a los sonidos, en parte porque su corteza auditiva es más extensa. El volumen de la corteza auditiva en los músicos puede llegar a ser 130 % mayor. Los porcentajes de volumen aumentan en proporción a los niveles de entrenamiento musical, sugiriendo que el aprender música aumenta proporcionalmente el número de neuronas que la procesan. Además, el cerebro de los músicos dedica más áreas hacia el control motor de los dedos utilizados para tocar un instrumento. Las regiones cerebrales que reciben impulsos sensoriales del 2º al 5º dedos ( índice a meñique ) de la mano izquierda son significativamente más grandes en violinistas ( que son precisamente los dedos que se utilizan para realizar movimientos rápidos y complejos al tocar el violín ). En contraste, no hay agrandamiento de las áreas de la corteza cerebral que reciben impulsos de la mano derecha, la cual controla el arco y no requiere movimientos especiales de los dedos. El cerebro de trompetistas profesionales reacciona en una forma más intensa solo al sonido de una trompeta, y no por ejemplo – a la de un violín. El Cuerpo Calloso Anterior, que contiene la banda de fibras que interconectan las 2 áreas motoras, es mayor en músicos que en no- músicos. Nuevamente, el tamaño del incremento es mayor entre más joven se empiezan las lecciones musicales. El tamaño de la corteza motora, así como la del cerebelo ( región en la parte posterior del cerebro ) – que participa en la coordinación motriz – es mayor en los músicos. El lóbulo temporal es necesario para comprender la melodía, pero no para producir una reacción emocional, la cual se produce por debajo de la corteza cerebral, e involucra partes

de los lóbulos frontales. Existen diferentes reacciones tanto emocionales como fisiológicas al escuchar diferentes tipos de música. Los Acordes Consonantes activan el área orbitofrontal del cerebro ( que forma parte del sistema de recompensa ) del hemisferio derecho, y también parte del área por debajo del cuerpo caloso; a diferencia de los Acordes Disonantes que activan la zona de la circunvolución del parahipocampo derecho. Por lo tanto al menos 2 sistemas, cada uno relacionado con un diferente tipo de emoción , entran en función cuando el cerebro procesa emociones relacionadas con la música. Ella produce placer al activar algunos de los – Sistemas de Recompensa – que son estimulados por la comida, el sexo, y las drogas adictivas.

La música tiene una base biológica y el cerebro tiene una organización funcional a la música. Muchas regiones del cerebro participan en aspectos específicos del procesamiento musical, ya sea apoyando la percepción ( tal como aprendiendo una melodía ) o evocando las reacciones emocionales. Los músicos parecen tener especializaciones adicionales, particularmente hiperdesarrollo de algunas estructuras cerebrales. Estos efectos demuestran que el aprendizaje *reajusta o resintoniza* el cerebro, aumentando tanto las respuestas de neuronas individuales y el número de neuronas que reaccionan fuertemente a sonidos importantes para el individuo.

Desde el punto de vista de la NEUROFISIOLOGIA, las ondas cerebrales (detectadas mediante el encefalograma ) se dividen en 4 categorías : beta ( las más rápidas), alpha, theta y delta.

-ALPHA :

Aquellas entre los 7.5 y 13 ondas por segundo ( Hz ). Generalmente se ven mejor en las regiones posteriores de la cabeza en ambos lados, siendo de una amplitud mayor en el lado dominante. Surgen al cerrar los ojos y al relajarse, y se suprimen al abrir los ojos o alertándose por cualquier mecanismo ( pensar, calcular ). Es el ritmo mayormente visto en adultos normales relajados – está presente durante la mayoría de la vida especialmente más allá de los 30 años cuando dominan el trazo encefalográfico en estado de reposo. Permiten visualizar escenas en el interior de nuestra mente, la imaginación se activa y la persona se encuentra tranquila y relajada. Se presenta en la relajación y meditación profundas.

-BETA :

Equivalen a “ actividad rápida “. Tienen una frecuencia de 14 o más Hertz. Generalmente se ven en ambos lados con distribución simétrica y son más evidentes frontalmente. Se acentúan por los medicamentos sedativos – hipnóticos especialmente las benzodiazepinas y los barbitúricos. Pueden estar ausentes o reducidas en áreas con daño en la corteza cerebral. Generalmente se consideran como un ritmo normal. Es el ritmo dominante en pacientes que están alertas o ansiosos o cuando tienen los ojos abiertos. Se pueden dividir en “ buenas “ Beta ( estados de gran claridad ) y “ malas “ Beta (conductas compulsivas hiperactivas ).

-THETA :

Tienen una frecuencia de 3.5 a 7.5 Hz y se consideran como de actividad “ lenta “. Son anormales en

adultos despiertos pero perfectamente normales en niños hasta los 13 años y en el sueño. Pueden verse como un trastorno focal en lesiones localizadas por debajo de la corteza cerebral; y en distribución generalizada en un trastorno difuso, en la encefalopatía metabólica, o trastornos profundos en la línea media, o a veces en la hidrocefalia. En estados altamente creativos, con intuiciones súbitas que nos dan aparentemente visualizaciones internas y soluciones nuevas a viejos problemas no resueltos ( el estado EUREKA ! ). Asimismo, nos pone en contacto con recuerdos reprimidos de estados altamente emocionales que mantenemos reprimidos bajo nuestro nivel de conciencia – reintegrando, reorganizando y unificando esta información de energía fragmentada.

-DELTA :

Son de 3 Hz o menos. Tienden a ser las más altas en amplitud y las que tienen las ondas más lentas. Son bastante normales y son el ritmo dominante en infantes y en las etapas 3 y 4 del sueño. Pueden aparecer localizadas solo en ciertas zonas por lesiones por debajo de la corteza cerebral y en distribución general en las lesiones difusas, encefalopatía metabólica con hidrocefalia o en lesiones profundas en la línea de en medio. Generalmente son más prominentes frontalmente en adultos ( como por ejemplo : Delta Frontal Intermitentemente Rítmico ) y posteriormente en niños ( ej. : Delta Occipital Intermitentemente Rítmico ). Corresponden al procesamiento subconsciente de información y al rastreo subconsciente del medio ambiente para encontrar información importante para la supervivencia.

### **III.- METODOLOGIA :**

a) Aprendizaje de los Conceptos Básicos :

7 notas musicales

5 dedos de la mano

Las teclas blancas y las negras

Función de la mano derecha ( melodía )

Función de la mano izquierda ( acompañamiento o armonía )

3 tipos de Recursos : Notas Simples, Intervalos y Acordes – ejemplos.

Los 12 Semitonos y la Escala Cromática

Acordes Básicos Mayores y menores – su numeración cromática

Las 84 notas en un piano de 7 Octavas y su esquema numérico.

84 Combinaciones de los Semitonos

Acordes Secundarios y su numeración cromática

5 Ritmos básicos en la mano izquierda

Acordes Complementarios y su numeración cromática

Clasificación Matemática de los Acordes en base a las Combinaciones de Semitonos.

b).- Aspectos Básicos de Matemáticas y Psicología Aplicados a la Pedagogía Musical :

La Mta. Maria del Consuelo Medina Guerrero, en su libro de Enseñanza Musical, menciona las edades a las que los niños pueden empezar a aprender música :

De 1 o 2 años : método Edgard Willems

De 2 años : método Shinichi Suzuki  
De 2 a 5 años : Pierre Vayer  
De 3 años : método Kodály  
De 3 a 6 años : Emilia Hernández  
De 3 a 8 años : Francisco Aquino  
De 6 años en adelante : Carl Orff

En relación a la dificultad que representa el estudio de las Matemáticas, Gonzalo Mariscal nos dice en su artículo Una Aproximación a la Didáctica en el Proceso del Aprendizaje de las Matemáticas : “ El problema del aprendizaje de las matemáticas tal vez es uno de los mayores retos para la didáctica. Los factores que inciden en el problema son múltiples y de ahí nace su complejidad. Antes de empezar el estudiante ya tiene la idea de que las matemáticas es la más difícil de las materias “.

Respecto a la conexión entre la Música y el aprendizaje de las Matemáticas, conocida como El “ Efecto Mozart “, Dave Rusin nos dice en Matemáticas y Música : “La exposición a ciertos tipos de música – especialmente a la música clásica temprana, en una etapa muy temprana de la infancia – puede ayudar a mejorar el desempeño en las calificaciones de pruebas, incluyendo las de visualización espacial, razonamiento abstracto y demás”.

Resumiendo las ideas de Skinner ( 1935, 36, 38, 48, 63 ), Jaime E. Vargas , nos dice en sus Apuntes para un Seminario de Condicionamiento Operante : “Los eventos ambientales que siguen a las respuestas e incrementan las probabilidades de que las respuestas de la misma clase ocurran otra vez , son llamados REFORZADORES.

La presentación de un Estímulo Reforzante ( positivo ), incrementa el fortalecimiento de cierta clase de respuestas. El efecto primario del Reforzamiento es el de fortalecer e intensificar ciertos aspectos de la conducta. Tal cambio generalmente ocurre de manera inmediata, se debilita y declina gradualmente en ausencia del reforzamiento.

El Condicionamiento es el fortalecimiento de la conducta por efecto del reforzador y la Extinción es la desaparición de la conducta en ausencia del Reforzador”. De esta manera, es posible explicar la adquisición y el mantenimiento de una amplia variedad de comportamientos, en los animales y en los seres humanos, comportamientos que tienen un valor de sobrevivencia y un contexto evolutivo. Los biólogos, especialistas en este terreno, nos pueden ilustrar la forma en que diversos aspectos de la cultura forman parte del despliegue sexual del macho de la especie para conseguir la hembra y reproducirse.

No obstante, en un nivel mas ontogenético, podemos reconocer que el reforzamiento de la conducta de tocar el piano puede ser social y no social. Se trata de un reforzamiento social cuando el estímulo que fortalece la conducta proviene de otra persona, hablamos entonces de la obtención de atención, afecto y reconocimiento. Por otro lado, se trata de reforzamiento no social, cuando obtenemos dinero (reforzamiento condicionado generalizado), que podemos cambiar por una variedad de bienes para satisfacer necesidades básicas como beber, comer, vestir, transportarnos y tener una morada. El reforzamiento es mas poderoso cuando se entrega inmediatamente sobre la conducta correcta que queremos fortalecer y puede programarse este mediante diversos programas (de reforzamiento) para producir ejecuciones de mayor vigor (respuestas mas frecuentes) o con mayor precisión (temporal o bajo el control de estímulos específicos). Existe, pues, toda una tecnología de la enseñanza basada en técnicas operantes, aunque su aplicación a la enseñanza de la música sea muy precaria y apenas incipiente.

#### **IV .- BIBLIOGRAFIA : ( tomada del Internet )**

##### 1.- Música y Matemáticas :

- Music and the Fibonacci Series
- Arithmetic Progression – the Columbia guide to Standard American English.
- How Do Mathematics and Music Relate to Each Other ?– Michael Beer.
- Mathematics and Music – Dave Rusin. 2004
- MusiNum – The music in the numbers. Lars Kinderman
- FractMus2000 –Fractal Music Composition Software
- Computer Generated Music Composition – Chong (John ) Yu. 1996

##### 2.- Música y el Cerebro Humano :

- Music and the Brain, Scientific American, October 25, 2004
- Brain Images Reveal Cerebral Side of Music, positron emission tomography scanning reveals activity that occurs when listening to music. – Science News. Bruce Bower.
- Music and its Affects on the Human Brain – Chaio Lo. River Ridge High School.
- Aprendizaje Basado en Como Aprende el Cerebro. El Efecto de la Música en Nuestro Cerebro. Part 4. Margaret Seleme de Guevara.
- A Comparison of Neural Circuits Underlying Auditory and Visual Object Categorization: Adams RB, Janata P. Neuroimage. 2002 Jun; 16 ( 2 ) : 361 – 77.
- Listening to Polyphonic Music Recruits Domain – General Attention and Working Memory Circuits : Janata P., Tillman B, Bharucha JJ. Cogn Affect Behav Neurosci. 2002 Jun; 2 ( 2 ) : 121 – 140.
- The Cortical Topography of Tonal Structures Underlying Western Music : Janata P., Birk JL, Van Horn JD, Leman M, Tillmann B., Bharucha JJ. Science 2002 Dec 13; 298 ( 5601 ) : 2167 – 70.
- Activation of the Inferior Frontal Cortex in Musical Priming : Tillmann B., Janata P., Bharucha JJ. Brain Res Cogn Brain Res. 2003 Apr 16 ( 2 ) : 145 – 161.
- The Costs and Benefits of Tonal Centers for Chord Processing : Tillman B., Janata P., Birk J., Bharucha J. J Exp Psychol Hum Percept Perform. 2003 Apr; 29 ( 2 ) : 470 – 482.
- Swinging in the Brain; Shared Neural Substrates for Behaviors Related to Sequencing and Music : Janata P., Grafton ST. Nat Neurosci. 2003 Jul; 6 ( 7 ) : 682 – 7.
- Activation of the Inferior Frontal Cortex in Musical Priming. Tillman B., Janata P., Bharucha JJ. Ann N Y Acad Sci. 2003 Nov; 999 : 209 – 211.

##### 3.- Matemáticas Aplicadas al Piano :

- Mathematics and Piano Keyboard
- The Mathematics of Piano Tuning – Pythagorean chords.
- The Mathematics of Piano Tuning – Natural harmony.
- How to Play the Piano Using the Harmonic Structures of Chords – Sonia Balcer.

-Five Lectures on the Acoustics of the Piano – Anders Askenfelt. Sweden Royal Music Academy. Stockholm.

-The Physics of the Piano – E. Donell Blackham. December, 1965.

-Scientific Pitch Notation . Wikipedia.

-Piano Key Frecuencies . Wikipedia.

4.- Didáctica de las Matemáticas :

-Una Aproximación a la Didáctica en el Proceso del Aprendizaje de las Matemáticas. Gonzalo Mariscal Antezana. Lic en Informática. Universidad Técnica Privada de Santa Cruz. República de Bolivia. Nov. 22, 2003.

5.- Reforzamiento de Skinner :

-Condicionamiento Operante. Apuntes para un Seminario. Jaime Ernesto Vargas Mendoza. Asociación Oaxaqueña de Psicología.

## **V.- BIBLIOGRAFIA – TEXTOS**

1.-General :

-Pianoforte ( Piano ) : I.- History of the Instrument. The New Grove Dictionary of Music and Musicians. Editor Stanley Sadie. 2th ed. MacMillan Pub. New York, 2001.

2.-Música y Matemáticas :

-Pensar y Jugar, Hablar y Escuchar; guía didáctica para niños de 3 a 6 años. Emilia Hernández. 2ª. Ed. Ediciones Paulinas, 1984.

-Los Niños Como Creadores Musicales. Lynne Ranson. México, Trillas. 1991

-The Mozart Effect. Don Campbell. New York. Avon Books, 1997.

3.-Matemáticas Aplicadas al Piano :

-El Piano y sus Acordes, Método Basado en las Matemáticas : Ibarra, Raúl. Guadalajara, 2002. Inédito.

4.-Pedagogia :

-Enseñanza Musical en Educación Básica : Ma. Del Consuelo Medina Guerrero. Univ de Guadalajara. Guadalajara, 2002.