**FORMULACIÓN**

|  |
| --- |
| Este archivo debe contener un máximo de **10 páginas** (utilizar formato tamaño carta, fuente Verdana tamaño 10 o similar)**.** Para una adecuada evaluación de los méritos de su propuesta, este documento debe incorporar los siguientes aspectos: Formulación de la propuesta, Hipótesis, Objetivos, Metodología, Plan de Trabajo, Trabajo adelantado, Recursos Disponibles.Asegúrese de destacar la relevancia de su proyecto en relación al desarrollo científico alcanzado en el ámbito del tema propuesto.Tenga presente lo estipulado en las Bases del Concurso de Proyectos FONDECYT de Iniciación 2018. |

**El movimiento y la música durante el aprendizaje de las Matemáticas: Módulos Didácticos de Musi-Matemáticas Sonoras Interactivas (MMSI) y su efecto en las funciones cognitivas de estudiantes de 3° y 4° año básico.**

**1. Formulación de la propuesta:**

**1.1 Problema:**

La neurociencia en educación es un campo relativamente nuevo, que se ha desarrollado a partir de la década del 90, debido a los avances en el estudio del sistema nervioso por medio de técnicas de imagen, como la Resonancia Magnética Funcional (Düvel et al., 2017). Sin embargo, aún falta que la investigación neurocientífica se acerque metodológicamente al aula, a través de la construcción de modelos de investigación que puedan ser realizados en terreno o en simulaciones, que se acerquen más a la práctica educativa (Puebla & Talma, 2011).

Se ha definido que para alcanzar los objetivos del sistema escolar chileno, cuyo fin es cultivar valores, entregar conocimientos y desarrollar las destrezas necesarias para que niños, niñas y jóvenes alcancen su pleno desarrollo espiritual, intelectual, afectivo, físico y artístico, se requiere de la búsqueda de estrategias y un cambio estructural en el sistema escolar (Jara, et al., 2018). En la encuesta de la UNESCO “Diles que quieres aprender” las opiniones de los estudiantes consultados, estuvieron relacionadas con que quieren aprender de una manera diferente y en espacios que vayan más allá de los tradicionales (Jara, et al., 2018). El uso de una metodología de enseñanza basada en proyectos interactivos y el tratamiento de señales en tiempo real, involucrando a la música, los sonidos y el movimiento, permiten generar instancias innovadoras, de carácter lúdico y experimental, para que el proceso de enseñanza y aprendizaje se desarrolle.

Los procesos cognitivos que permiten una conducta independiente y de autorregulación se denominan funciones ejecutivas. Dependen de un circuito neural en el que la corteza prefrontal es central, constituyendo un constructo que involucra la capacidad de inhibición, resolución de problemas, conducta orientada a metas y la capacidad de mantener información para ser utilizada en la memoria de trabajo (Diamond et al., 2011). Juegan un rol muy importante en la capacidad de desarrollar habilidades necesarias para la lectura y las matemáticas, siendo la memoria de trabajo necesaria para mantener las letras por breves periodos de tiempo para poder leer fluidamente una palabra (Einat & Breznitz, 2013). Conocer acerca de las funciones ejecutivas en escolares es relevante, porque permite comprender su rol en contextos de aprendizaje que requieren de adaptación y flexibilidad ante situaciones nuevas (Escobar, et al., 2018).

Las funciones ejecutivas son un buen predictor en relación a las habilidades matemáticas, (Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001, Escobar, et al., 2018). La memoria de trabajo y la inhibición se correlacionan más con el cálculo mental de sumas y restas, ello porque se requiere transferir y mantener información para realizar la operación matemática (Gilmore, et al., 2015).

Ahora bien, en Latinoamérica se han realizado estudios que demuestran una inequidad en el desarrollo de las Funciones ejecutivas según nivel socioeconómico de los establecimientos educacionales. En preescolares argentinos se encontró que los participantes de nivel socioeconómico bajo, obtuvieron puntajes menores en tareas de memoria de trabajo visual y planificación en comparación a un grupo de nivel socioeconómico alto (Lipina, et al., 2012), en concordancia con los hallazgos de Lipina, en escolares de primer año básico en Chile también se encontró que existe una diferencia en las mediciones de las funciones ejecutivas entre el grupo de Nivel Socioeconómico (NSE) bajo y alto (Escobar, et al. 2018). Es por ello que es importante facilitar estrategias que puedan favorecer su desarrollo, especialmente durante la etapa escolar. De acuerdo a datos obtenidos por la OECD, Chile presenta una de las tasas más altas de pobreza, en comparación con otros países miembros (OECD, 2015; Escobar, et al., 2018) con grandes diferencias en la deprivación educativa entre niños de alto y bajo (NSE.) Lo anterior impacta en las opciones de calidad educativa, debido a una alta segregación de los establecimientos por NSE (Rosas & Santa Cruz, 2013) afectando el desarrollo de las Funciones ejecutivas (Lipina et al., 2012).

Es en este contexto que cobra importancia la reflexión acerca de cómo es un aula tradicional en el sistema escolar chileno y qué tan activo es el estudiante que está aprendiendo. En la investigación de Araya & Dartnell (2009) analizaron videos con el fin de caracterizar patrones de enseñanza de la matemática. Los resultados sugieren una baja autonomía en el trabajo de los estudiantes, quienes prácticamente no formulan preguntas asociadas al contenido matemático en estudio. No se detectó un uso intencionado de metáforas matemáticas y no se registró apoyo de TIC en ninguna aula. Así también, las niñas y niños se enfrentan a ejercicios rutinarios que deben resolver siguiendo los procedimientos dados por el profesor, donde los estudiantes presentan una actitud más bien pasiva, sin espacio para la realización de preguntas o para la interacción entre los estudiantes en torno al estudio matemático que se esté llevando a cabo. De esa forma, los estudiantes no tienen participación en la validación de las soluciones ni en la selección de los conocimientos para su resolución.

 El uso de las TICs en el aula ofrece variadas ventajas, debido a que la presentación de la información utiliza diferentes modalidades sensoriales, como lo son el sistema visual, auditivo, táctil. Además permite entregar una retroalimentación positiva y los estudiantes pueden ir controlando sus avances en la tarea utilizando un aprendizaje activo y más interactivo, lo que genera una menor ansiedad al enfrentar los contenidos (Kebritchi, et al., 2010). Por otra parte, se requiere de planificación visuo-espacial y poder mantener la atención en la tarea, monitorizando los errores (Montani, et al., 2014) entrega una oportunidad de aprendizaje lúdico en el cual el estudiante puede sentirse parte de los avances y así mismo se puede modificar el grado de inmersión y de movimiento requerido para el desarrollo de las actividades, constituyendo una oportunidad de desarrollo cognitivo. Para conocer cómo influyen diferentes estímulos durante el aprendizaje, en diferentes etapas del desarrollo, se estudió el uso de la multisensorialidad a diferentes edades, entre los 6 y 10 años, demostrando que los niños desde los 6 años aprenderían mejor con claves multisensoriales que con las uni-sensoriales (Broadbent, et al., 2016). Lo que se mantiene a lo largo de toda la vida, siendo parte esencial de nuestra forma de percibir el mundo.

El aprendizaje musical y el uso del movimiento generan modificaciones en el sistema nervioso y mejoras cognitivas (Peretz el al., 2009; Colcombe et al., 2004; Voss et al., 2010), sin embargo aún falta estudiar sus efectos en el contexto escolar, así como cuál será la mejor modalidad que favorezca las funciones cognitivas en escolares de 3° y 4° básico.

Lo anterior a través de estudios con un diseño longitudinal y aleatorizado que considere, además de los aspectos cognitivos y neurofisiológicos, aspectos cualitativos, como la motivación de los estudiantes durante el aprendizaje, así como las interacciones que se generan y la percepción de la intervención educativa.

**Falta de integración en las asignaturas:**

Los estudios actuales en los campos de la educación, las ciencias, las artes y las humanidades ponen de manifiesto que las áreas especializadas de conocimiento mejoran considerablemente en un entorno de aprendizaje multidisciplinar, al asociarse con otras áreas. En la actualidad están emergiendo distintas visiones acerca de cómo se aprende y cómo se debe enseñar y es en esta línea donde se ha desarrollado investigación acerca de cómo la tecnología puede ser utilizada para este fin. Ejemplo de lo anterior, es la nueva tendencia de STEM (Science, tecnology, engineering and mathematics) y STEAM, donde la A corresponde a Arts.

Las nuevas actualizaciones del currículum escolar chileno apuntan también a la interdisciplinariedad y la aplicación de la matemática a otras áreas.

En este contexto es que surge la necesidad de revisar los modelos actuales de educación, para ensanchar sus horizontes y alentar nuevas teorías para unir aprendizajes que, generalmente, están separados en la práctica educativa contemporánea.

**Aprendizaje corporizado:**

El concepto de “Embodiment” o corporización se refiere a la idea de que la cognición humana no se puede separar del cuerpo (Tran, et al., 2017; Wilson, 2002) a diferencia del pensamiento Cartesiano en que se separa la mente del cuerpo, por lo tanto, no solo habitamos nuestro cuerpo, sino que literalmente lo usamos para pensar con él (Seitz, 2000). Lo anterior se basa en la multimodalidad de las neuronas espejo y de neuronas de las regiones pre-motoras y parietales, regiones cerebrales que se activan cuando se realiza un acto motor, son las mismas que se activan y con el mismo patrón de actividad neuronal que cuando se está planificando el acto motor en cuestión, pero sin llevarlo a cabo (Rizzolati, et al., 1996).

Barsalou (1999) estableció uno de los enfoques teóricos más influyentes del estudio del Embodiment o corporización, en el que sugiere que los seres humanos utilizan sus sistemas sensoriales para crear representaciones multisensoriales de su ambiente, reutilizando aquellas estructuras cerebrales que se activan durante la percepción, cuando imaginan un objeto o una acción. Reforzando la misma idea, se ha propuesto que el sistema sensorio-motor se encuentra relacionado causalmente en el procesamiento del contenido del lenguaje relacionado con actos motores. De acuerdo a lo anterior, el procesamiento del lenguaje re-crearía (“re-enact”) la experiencia sensorio-motora, emocional y la experiencia (Barsalou, 2008). Uno de los grandes conceptos que se han debatido ha sido cómo elementos específicos del lenguaje, tales como los sustantivos y los verbos, re-crean la experiencia de la interacción con los objetos y las acciones. Se propone para ello la participación de dos grandes grupos de neuronas, las neuronas espejo y las neuronas canónicas. Las neuronas canónicas se activan cuando se observan objetos que pueden ser tomados o al observar acciones dirigidas hacia un objeto, en cambio las neuronas espejo se activan cuando se realiza una acción orientada a una meta es específica, así como cuando la misma acción específica es observada, por ejemplo tomar un vaso de agua para beber. Se demostró, usando Resonancia magnética funcional (fMRI) y utilizando un enfoque de patrón multivariado que las neuronas canónicas y las neuronas espejo tienen funciones separadas en la distinción entre los objetos y las acciones, o dicho de otra manera, entre los sustantivos y los verbos, respectivamente. Lo anterior demuestra neurobiológicamente la teoría de la corporización del lenguaje (Horoufchin, et al., 2018).

Basándose en el concepto de corporización de la cognición, los investigadores en educación han comenzado a desarrollar intervenciones buscando que el aprendizaje sea más fácil de lograr, a través del procesamiento multisensorial (Skulmowski & Rey, 2018). La influencia recíproca entre el movimiento y la percepción, así como la activación de las áreas motoras del cerebro durante la percepción del ritmo, se consideran como una de las bases de la cognición musical corporizada.

En la actualidad se han desarrollado otras formas de transmisión del conocimiento, basadas en los entornos digitales, que utilizan la percepción, la interacción y la retroalimentación o feedback (Aprendizaje perceptuo-motor). Se ha observado en personas que juegan videojuegos de acción, una mayor capacidad de mantener la atención, de filtrar información relevante de la no relevante. Además presentan una mayor activación de la red fronto parietal, cuando la demanda atencional aumenta comparado con los que no eran expertos, lo anterior medido a través de Resonancia magnética funcional (Bavelier & Davidson., 2013).

Radford y André (2009) desarrollan la noción de la naturaleza *multimodal de la cognición*. Los autores defienden la necesidad de una enseñanza de la matemática que no dependa principalmente del lenguaje y los signos, sino donde se reconozca que la mutua colaboración entre los diferentes sentidos, ya que esto permite una caracterización profunda del contenido semántico de los conceptos y de procesos de abstracción. De esa forma, los autores recomiendan el desarrollo de “actividades escolares que soliciten modalidades sensoriales variadas y permitan, a su vez, integrar estas actividades en otras de carácter más y más abstracto”.

**Efectos cognitivos de la Música:**

Desde hace algunos años, se ha avanzado en el estudio de las Neurociencias cognitivas en la importancia de la Música. Fundamentalmente, a partir del desarrollo tecnológico que ha permitido observar los efectos beneficiosos que genera en el sistema nervioso.

La música constituye una actividad compleja que involucra la capacidad de integración sensorio-motora, aprendizaje, memoria y funciones ejecutivas. Además constituye una actividad que puede ser desarrollada tanto de manera individual como grupal, en la que se genera una interacción entre quienes participan, lo que favorece la cohesión social. (Glowinski et al., 2016).

La práctica de la música en niños aumenta la sensibilidad auditiva (Putkinen et al., 2015) las habilidades verbales, como el aprendizaje de una segunda lengua (Milovanov et al., 2010) y la capacidad de razonamiento general (Miendlarzewska et al*.,* 2014). Los efectos de la música, no solo influyen sobre las habilidades propias del interpretar un instrumento o escuchar música, si no que se pueden transferir a otras funciones cognitivas, lo que no se ha observado de la misma manera en ninguna otra actividad (Miendlarzewska et al*.,* 2014). La práctica musical permite adquirir, comprender las reglas del lenguaje y su sintaxis más rápidamente (Peretz el al., 2009).

El campo de la Educación Musical y Neurociencia, reviste una gran importancia y además es un campo relativamente nuevo y amplio, que en parte logra derribar los mitos que aún existen en el área de la Educación, que consideran a la Educación musical, como una entretención, sin observar los procesos complejos que ocurren durante el aprendizaje de la música.

**Música y Movimiento:**

Durante toda la vida se pueden generar modificaciones en nuestro sistema nervioso, lo que se conoce como plasticidad. Estos cambios pueden ser estructurales o funcionales, modificaciones que se producen como resultado tanto de la influencia de los genes, como por la experiencia. La gran diversidad de habilidades y conductas generadas en nuestro sistema nervioso, derivan de la influencia tanto de la genética como del ambiente, lo que incluye la exposición a diferentes estímulos durante toda la vida. Una actividad compleja como la música, que involucra diferentes funciones cognitivas y sensorio-motoras constituye una práctica clave en el desarrollo de plasticidad. Los cambios plásticos en el sistema nervioso se pueden producir tanto a corto como a largo plazo (Wan et al., 2010). Debido a las características de la práctica musical, la cual requiere de una ejecución repetitiva de tareas motoras y sensoriales, que además necesita de su integración, se generan modificaciones en las regiones cerebrales relacionadas con dichas funciones.

Por otra parte, cuando un movimiento es realizado junto con escuchar música o incluso imaginándola, se activan otras regiones motoras, además de las regiones motoras que se activan al realizar el movimiento, sin la clave auditiva (Schaefer, et al., 2014). El escuchar una secuencia rítmica, incluso sin realizar un acto motor activa las mismas regiones motoras que se activarían al moverse (Levitin, et al., 2018) El encarrilamiento o “Entraiment” ocurre cuando los movimientos corporales se acoplan y se sincronizan con la música, lo que se logra en actividades como aplaudir, tocar un instrumento musical o bailar y las oscilaciones cerebrales autosostenidas se sincronizan al periodo del estímulo. Se demostró que la exactitud o la variabilidad en la capacidad de seguir una secuencia de eventos visuales o auditivos aplaudiendo podía ser modificada con el aprendizaje musical, aumentando su capacidad de anticipar la clave (Levitin, et al., 2018)

**El ritmo y su relación con las habilidades cognitivas:**

Sincronizarse con el ritmo constituye una actividad que involucra procesos complejos que incluyen una red de regiones cerebrales como las áreas auditivas, motoras y prefrontales. La sincronización temporal al ritmo requiere de una fina precisión temporal del sistema auditivo (Tierney et al., 2013).

La mayor parte de la actividad musical se basa en el ritmo y se ha propuesto que sería uno de los aspectos principales de los efectos positivos generados por la práctica musical (Miendlarzewska et al*.,* 2014).

La actividad neuronal de algunas regiones cerebrales, como la corteza visual es capaz de encarrillarse con la periodicidad de un estímulo con un ritmo regular, lo que corresponde a un mecanismo de selección atencional (Lakatos et al., 2008).

La capacidad de sincronizar el movimiento con la música surge a edades tempranas, durante los dos primeros años de vida, los niños logran moverse rítmicamente en relación a la música, capacidad que va mejorando a lo largo de los años (Zentner & Eerola, 2010). Los niños que presentan dificultades con la lectura, también se les hace difícil sincronizarse con un ritmo. Se estudió la relación entre la capacidad de sincronizarse a un ritmo, con habilidades de lectura y otras habilidades tanto perceptuales, como cognitivas, encontrándose una correlación positiva entre la capacidad de seguir un ritmo y las habilidades antes mencionadas (Tierney et al., 2013).

Entonces, sería importante tener en cuenta como estrategia didáctica, la importancia de incorporar el uso de actividades musicales que involucren la sincronización con el ritmo, recordar secuencias rítmicas y desarrollar la capacidad de adaptarse a cambios en el pulso.

**Música y habilidades matemáticas:**

Es claro que el énfasis en el currículum escolar se encuentra en el desarrollo de las habilidades de lectura y escritura, así como de matemáticas y otras ciencias. En este contexto, algunos investigadores y profesores se han preocupado por generar estrategias que incorporen las artes, y entre ellas la música, en el proceso de enseñanza de la matemática; por ejemplo, el desarrollo de softwares (Bamberger & Disessa, 2003) y actividades utilizando elementos musicales para representar conceptos matemáticos y viceversa, es decir, el uso de expresiones y números para representar tonos y ritmos, o transformaciones melódicas y de la voz (An, 2013).

La potencialidad y aporte de la integración de la música y la matemática en el ámbito educativo, radica en la sinergia que se produce cuando se relacionan los elementos matemáticos y físicos del sonido y de la música, con los correspondientes contenidos curriculares escolares de matemática.

La música podría facilitar el entendimiento de conceptos matemáticos debido a su proximidad disciplinaria y la familiaridad que los estudiantes tienen con la música, pero también porque el sonido y la música constituyen una gran motivación para una gran cantidad de estudiantes, lo que permite utilizar la música como un medio para incrementar la adquisición de conceptos matemáticos.

Según la teoría de flexibilidad cognitiva, es importante dar a los alumnos oportunidades de desarrollar sus propias representaciones de la información cuando se realizan aprendizajes complejos a través de presentar la misma información desde diferentes contextos o disciplinas (Spiro, et al., 1992)

**Música y Funciones ejecutivas**

Las funciones ejecutivas constituyen varios procesos cognitivos que permiten una conducta independiente y la autorregulación. Dependen de un circuito neural en el que la corteza prefrontal es central, constituyendo un constructo que involucra la capacidad de inhibición, resolución de problemas, conducta orientada a metas y la capacidad de mantener información para ser utilizada en la memoria de trabajo (Diamond et al., 2011). De acuerdo al Centro del desarrollo del niño de la Universidad Harvard las funciones ejecutivas y la autorregulación dependen de tres funciones cerebrales estrechamente relacionadas: la memoria de trabajo, flexibilidad mental y el control inhibitorio (Preda-Ulita, 2016).

Se han propuesto cuatro cualidades que probablemente serían importantes para desarrollar las funciones ejecutivas antes descritas en los niños: creatividad, flexibilidad, auto-control y disciplina (Diamond et al., 2011). Existen ambientes y actividades favorables para su desarrollo, como las actividades que favorecen la creatividad, el aprender a manejar el estrés, así como aquellas que involucran el ejercicio físico (Preda-Ulita, 2016). La Educación musical también es importante en el desarrollo de las funciones ejecutivas, se ha estudiado la relación entre el aprendizaje de la música y la memoria de trabajo, debido a que se necesita del procesamiento de claves visuales, auditivas y táctiles a la vez. Se estudió a un grupo de niños entre 4 a 6 años que recibieron un programa diseñado por Sylvain Moreno que consiste en una combinación de tareas que incluyen actividades que abarcan la altura, ritmo, melodía, voz y conceptos musicales básicos y luego se evaluó las funciones ejecutivas con la prueba go/no-go, encontrándose que el grupo que había recibido el programa musical tuvo un efecto positivo, mejorando en esta prueba y también en una prueba de habilidades verbales (Moreno et al., 2011).

**Relevancia del Proyecto:**

A pesar de todos los avances realizados en el área, aún se desconoce si el uso de las metodologías antes señaladas, permite desarrollar habilidades cognitivas como lo son las funciones ejecutivas o cuál de las redes atencionales se podría ver más beneficiada por estas intervenciones. Por otra parte, nos interesa conocer si el uso de movimientos que involucren segmentos corporales y que representen los conceptos entregados a través de los proyectos interactivos, puede generar alguna diferencia en los cambios en estas habilidades cognitivas, en comparación al uso del teclado del PC o la condición control. Lo anterior para poder aportar al conocimiento acerca de metodologías interactivas y que permiten la integración de diferentes disciplinas en el desarrollo cognitivo y como propuestas para el uso de ellas en el aula. Finalmente desarrollar investigación que sea un aporte en el diseño de metodologías que promuevan la participación e interacción en el aula, así como la interdisciplinariedad para el desarrollo de habilidades tan importantes en la etapa escolar y durante toda la vida como lo son las Funciones ejecutivas.

**2. Hipótesis:**

El uso de la música y el movimiento durante el aprendizaje de las matemáticas a través una metodología basada en los módulos de MMSI (proyectos interactivos y de tratamiento de señales en tiempo real), produce una mejora de las funciones ejecutivas en niños de 3° y 4° básico, permitiendo una instancia de mayor interacción y participación durante la actividad de aprendizaje.

**3. Objetivos:**

**3.1 Objetivo General:**

* Determinar si el uso del movimiento de segmentos corporales y que representen los conceptos entregados a través de los proyectos interactivos (MMSI) y la música durante al aprendizaje de las matemáticas, genera una efecto positivo sobre las funciones ejecutivas y las redes atencionales.

**3.2 Objetivos específicos:**

* Evaluar la percepción del uso del software en el aula por parte de los profesores y los alumnos a través de un cuestionario.
* Evaluar la interacción los estudiantes y el profesor(a) durante las actividades con MMSI a través del análisis con el software de Edulab Noldus.
* Evaluar la participación de los estudiantes durante las actividades con MMSI a través del análisis con el software de Edulab Noldus.
* Determinar si el uso de los módulos de MMSI (proyectos interactivos y de tratamiento de señales en tiempo real) se correlaciona positivamente con las funciones ejecutivas y las redes atencionales (alerta, orientación y ejecutiva)
* Evaluar si el uso del movimiento a través del dispositivo externo de control en conjunto con la música genera un mayor efecto positivo en las funciones ejecutivas y las redes atencionales atención.

**4. Metodología:**

Se realizará un estudio longitudinal aleatorizado y controlado en estudiantes de 3° y 4° año básico de colegios municipalizados de la Región Metropolitana de Santiago.

Se utilizará el Programa Módulos de Musi-Matemáticas Sonoras Interactivas (MMSI) software de actividades lúdicas, Sonoro-Musicales, cuyo objetivo es apoyar los procesos de aprendizaje de determinados Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios del subsector de matemática señalados en la Actualización Curricular 2012 para 3º y 4º año básico, junto a las guías didácticas desarrolladas por el equipo de investigación de Picalab para cada una de las actividades.

* 1. Criterios de inclusión y exclusión: No se excluirán participantes, pero se aplicará un cuestionario al inicio para poder tener información acerca del uso de fármacos o información relevante para el estudio, lo que podrá ser utilizado para los análisis posteriores.

Se definirán tres grupos:

Grupo Musi-Matemáticas (MMSI) utilizará el Programa Módulos de Musi-Matemáticas Sonoras Interactivas (MMSI) con una configuración estándar, es decir con el uso del teclado del Computador o PC.

Grupo MusiMatemáticas (MMSI) más movimiento utilizará el Programa Módulos de Musi-Matemáticas Sonoras Interactivas (MMSI), pero con un dispositivo externo de control que permite realizar las actividades a través del movimiento del estudiante (movimiento y música)

Grupo control que realizará sus clases habituales en el aula, sin el uso del Programa Módulos de Musi-Matemáticas Sonoras Interactivas (MMSI)

* 1. Consideraciones éticas:

Se contactará a los participantes a través de sus colegios y se les solicitará el consentimiento informado a los padres para autorizar su participación, respuesta de cuestionarios y evaluaciones, así como también el asentimiento por parte de los estudiantes.

Las mediciones se realizarán en la sala EduLab de la Pontificia Universidad Católica, que cuenta con sistemas de medición y control de temperatura e iluminación, cámaras que captan el movimiento y las facciones de 20 a 25 personas en el espacio, un sistema acústico, sistema digital para facilitar las presentaciones en el aula y también el soporte computacional que permite el registro y estudio posterior de estas variables (Observer XT Noldus).

* 1. Evaluaciones cognitivas y biométricas:

Las evaluaciones que se realizarán constan de una batería de test conductuales para evaluar las funciones ejecutivas, desarrolladas en el Laboratorio de Adele Diamond y para evaluar las redes atencionales se utilizará el ANT (Attentional Network Test).

Durante la ejecución de la actividad en Edulab se realizará una evaluación del movimiento ejecutado.

* 1. Evaluaciones cualitativas:

Se realizará una observación de las actividades a través de los instrumentos disponibles en la sala Edulab PUC. Que permite realizar observación de clases, análisis de expresiones faciales, monitorizar el movimiento de los estudiantes y profesor(a), así como también registrar el audio de la sala. Para lo cual, seleccionaremos algunos de los casos, observaremos y analizaremos cualitativamente el tipo de interacción entre los participantes y cómo desde ahí se desarrollan las nociones matemáticas involucradas.

* 1. Análisis de datos:

El análisis de los datos se realizará con el Software SigmaPlot 12.0 (SPSS Inc. Chicago. IL) Se utilizará ANOVA (Análisis de Varianza) para evaluar el efecto del uso del Software en las diferentes condiciones y correlación de Pearson para identificar la magnitud y el sentido de la correlación entre las variables

Para el análisis de los datos cualitativos se utilizarán los videos registrados de las actividades, el registro de los gestos, el movimiento en la sala.

**5. Plan de trabajo:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Etapas | Acciones a ejecutar | Verificador |
| *1° Año* | Contratación de personal especializado:* Especialistas en didáctica de la música y las Matemáticas
* Ingeniero programador para adaptar el Software con los controladores y diseñar los sistemas de adquisición y análisis de datos biométricos.
 | Planificaciones y diseño de las actividades musicales-matemáticas asociadas al módulo AudioGeometría.Rutinas de Matlab para la adquisición y análisis de datos biométricos y de los tests de Funciones Ejecutivas y Redes atencionales. |
| Revisión de los instrumentos para recolectar datos de los estudiantes.Al Cuestionario que ya ha sido validado, incorporar variables necesarias para este proyecto.  | Cuestionario validado y terminado para ser aplicado |
| Gestionar contacto y coordinar reuniones con establecimientos educacionales para la intervención.Desarrollo y gestión de los consentimientos éticos. | Convenios para realizar investigación en los Colegios.Consentimientos informados y asentimientos.Reuniones con Profesores y con los apoderados |
| Viaje de Colaborador internacional. | Actividades de asesoría de colaborador internacional. |
| Piloto con los Softwares, evaluaciones cognitivas y biométricas | Resultados de las evaluaciones para ser analizados |
| *2° año* | Comenzar trabajo con Tesista. | Desarrollo del Proyecto de Tesis y programación de las intervenciones. |
| Realizar una primera evaluación en EduLab antes de comenzar la intervención |  Aplicación de encuestas y de las diferentes evaluaciones. |
| Realizar la intervención durante el primer semestre (duración tres meses) | Intervenciones en el aula durante los tres meses, según planificación con los diferentes colegios. |
| Realizar la evaluación final en EduLab al terminar la intervención | Aplicación de encuestas y de las diferentes evaluaciones |
| Análisis los datos | Datos analizados, preparación de artículo para ser publicado, así como presentación en Congreso y Seminarios. |
| Asistencia a los Seminarios y Conferencias del “Centre for Educational NeuroscienceUniversity College London – Birkbeck University of London – UCL Institute of Education” | Presentación en Congreso |
| Seminario gratuito y certificado para profesores. | Retribución a la comunidad educativa de los colegios que participaron en el proyecto. |

1. **Trabajo adelantado:**

PICALAB es el nombre del Proyecto TIC-EDU del Programa FONDEF-CONICYT 2010:Laboratorio Virtual para el Programa de Innovación en Ciencias y Arte que fue desarrollado por la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación UMCE con la colaboración del Centro de Investigación de tecnologías del Audio CITA de la PUC.

Este proyecto consideró la creación de un laboratorio virtual que se orientara a la creación de programas (software y material pedagógico complementario) de ayuda para el aprendizaje de las Ciencias relacionando complementariamente a las Artes y otras disciplinas. El proyecto consistió en la creación de un laboratorio virtual orientado a la creación de programas (software y material pedagógico complementario) de ayuda para el aprendizaje de las Ciencias relacionando complementariamente a las Artes.

El foco inicial de Picalab estuvo centrado en la introducción de metáforas sonoras y musicales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, respondiendo a la naturaleza multimodal de los conceptos.

Se pretende que posteriormente se desarrollen otras líneas relacionales entre disciplinas y artes como, por ejemplo: Biología/música (BioMúsica) música generativa de plantas; Física/Artes del Movimiento, Astronomía/Geometría y Música, y otras posibilidades que indudablemente surgirán en la medida que se profundice el proyecto. Picalab, aprovecha los resultados prácticos de los adelantos del Software de programación visual para la creación de obras musicales y multimediales interactivas mediadas por computador Pure Data (PD) creado por Miller Puckette , para generar la representación en tiempo real de los procesos matemático-musicales permitiendo a los estudiantes y profesores experimentar dinámicamente, a través de metáforas sonoro-musicales, apoyadas con representaciones gráficas, video y con control de sus variables algorítmicas en tiempo real, considerando un fuerte componente motivacional orientado hacia la experimentación y creación con las matemáticas. Como producto desarrollo cuatro módulos interactivos llamados Musi-Matemáticas Sonoras Interactivas MMSI: Audiofracciones, AudioEnteros, AudioGráficos, Multipulso. Además se implementará el uso del módulo AudioGeometría.

Se ha observado en estudiantes de 3° a 5° año básico, utilizando el módulo audiográficos, una valoración positiva de la experiencia con una alta puntuación en todas las variables analizadas, aprendizaje matemático, aprendizaje musical y afectivo-emocional (Venegas, et al., 2013).

Picalab es un proyecto de Interés Público, cuyo propósito fue integrar las TICs, la percepciones sensoriales y las Artes para acercar de manera lúdica y estética las ciencias al currículum. Sin duda el mayor acierto del proyecto Picalab ha sido el de demostrar a través de los resultados de la investigación, que los beneficios de la música en la matemática, no sólo son posible asociarlos a la motivación y la contextualización de problemas matemáticos, sino también se generaron observaciones que permiten suponer que con el uso de esta metodología se podrían desarrollar habilidades cognitivas, como el razonamiento espacio-temporal y al desarrollo cognitivo general. Estas son razones más que suficientes para continuar las investigaciones sobre esta relación estratégica en todos los niveles de la formación escolar.

1. **Recursos disponibles:**
* **PicaLab:** El proyecto Picalab consta de una capacidad instalada en el campus Macul de UMCE de la que consiste en una sala de computación de **43 m2** con capacidad para más de 12 estudiantes, completamente equipada con recursos informáticos de última generación entre computadores HP portatiles (5) y computadores 3 en uno marca lenovo (3); proyector multimedia, Internet, sistemas de grabación y reproducción de audio profesional y un sistema de Video Conferencia cuya conexión a Internet dos lo provee REUNA. Además cuenta con un servidor poderoso donde se alojan la plataforma EDX de Amazon de uso exclusivo del proyecto Picalab, una sala de clases de **19m2**  provista de computadores y equipamiento de edición de audio profesional. Además cuenta con una oficina de **11m2** para el director del proyecto también equipada con recursos computacionales, sistemas de edición de audio profesional, cámaras de video semiprofesionales HD, un tablet Ipad y otro Samsung y además de Internet.

La UMCE mantiene convenio de membresía anual con REUNA (reuna.cl)

* **Edulab:** El equipamiento, instalado por la empresa holandesa Noldus, el que consiste en sistemas de medición y control de temperatura e iluminación, cámaras que captan el movimiento y facciones de 20 a 25 personas en el espacio, sistema acústico, sistema digital para facilitar las presentaciones en el aula y también el soporte computacional que permite el registro y estudio posterior de estas variables con el objetivo de investigar el comportamiento humano.
* **Colegios Municipalizados en convenio para realizar prácticas profesionales con la UMCE.**