

EDUCACIÓN Y NEUROCIENCIA

# REFLEXIONES SOBRE LA NEUROCIENCIA EDUCACIONAL CONTEMPORÁNEA

La neurociencia educacional busca enriquecer las prácticas educativas, en base al conocimiento neurocientífico. El estado actual de su desarrollo impone reflexionar sobre los alcances de la evidencia disponible.

**Sebastián J. Lipina**

*“La inclinación de los sofistas por los atajos de lo apócrifo es una magnitud constante”*  
James Joyce, Ulises, 1922

## Breve historia de la neurociencia educacional

La neurociencia cognitiva es una disciplina interesada en identificar los mecanismos neurales que están involucrados cuando ejercitamos nuestras competencias psicológicas cognitivas (por ejemplo, percepción, atención, memoria, lectura) y emocionales (por ejemplo, la inhibición de un impulso, el recuerdo de un evento positivo o negativo), durante las diferentes actividades que desarrollamos en nuestra vida cotidiana. Cuando hablamos de mecanismos neurales nos referimos a todos los componentes y conexiones del sistema nervioso que, no sólo incluye a las neuronas, sino también a otros tipos de células y moléculas que participan de múltiples procesos de transmisión y procesamiento de información.

### *Objetivos y orígenes de la neurociencia educacional*

El origen de las neurociencias se relaciona con la integración de dos disciplinas. Por una parte, desde los esfuerzos para producir un abordaje integrado de la mente y el cerebro en la década de 1970, la neurociencia se fue convirtiendo en un campo de estudio con interés en comprender la organización y el desarrollo del sistema nervioso. Por otra parte, aproximadamente por la misma época, se originó el campo de la ciencia cognitiva a partir de la exploración de las características de sistemas inteligentes y eventos mentales, tanto en la naturaleza como en las computadoras. Hacia mediados de la década de 1980, ambos campos comenzaron a combinarse para

estudiar cómo interactuaban el sistema nervioso y los procesos mentales. En la actualidad, los modelos y métodos de estudio que se utilizan en la neurociencia cognitiva consideran conceptos y tecnologías de diferentes disciplinas, como matemática, física, biología, computación científica, filosofía y psicología. Los temas de investigación de los que se ocupa la neurociencia son amplios, e incluyen fenómenos típicos (los que caracterizan al desarrollo de la mayoría de las personas de una sociedad) y atípicos (los que se alejan del promedio de lo esperable) de diferentes aspectos del funcionamiento mental durante todo el ciclo vital. Lo que hoy conocemos con el nombre de neurociencia educacional es una sub-disciplina de la neurociencia cognitiva.

El surgimiento contemporáneo de la neurociencia educacional se produjo en Estados Unidos a mediados de la década de 1990. Antes de tal período, diversos estudios se interesaron por comprender los procesos de aprendizaje desde una perspectiva neurobiológica. No obstante, la neurociencia educacional tal como la conocemos en la actualidad comenzó a gestarse pocos años después de la aparición de las técnicas de neuroimágenes (ver Glosario). En el año 1996, la Comisión de Educación de los Estados y la Fundación Dana, organizaron un encuentro en el que 74 neurocientíficos, psicólogos, educadores y diseñadores de políticas, fueron invitados a explorar la posible relevancia de los desarrollos recientes de la neurociencia cognitiva y de la psicología cognitiva para la educación. Uno de los resultados de este encuentro fue la redacción de un reporte que incluía diferentes recomendaciones comunicacionales y de diseño de políticas educativas.

Las sugerencias estaban basadas en propuestas para divulgar conocimientos sobre el funcionamiento y el desarrollo cerebral, y los factores individuales y contextuales que tienen la potencialidad de influirlo. Es decir, cómo cambian durante la vida las características biológicas, psicológicas y conductuales de las personas; y cómo son modificadas por diferentes experiencias de vida en sus hogares o barrios, o por estudiar en

**Palabras clave:** análisis crítico, educación, interdisciplina, neurociencia.

### **Sebastián J. Lipina**

Doctor en Psicología  
lipina@gmail.com

Unidad de Neurobiología Aplicada (UNA, CEMIC-CONICET)

Recibido 14/05/2018. Aceptado 25/08/2018.

diferentes escuelas. Las estrategias de comunicación se orientaban a difundir definiciones de conceptos como los de aprendizaje, memoria, períodos críticos (ver adelante) y niveles de organización (es decir, molecular, celular, sistémico, cognitivo y conductual), entre otros, con el objetivo de ponerlos a disposición del público general y de los diseñadores de políticas educativas, a través de los medios de comunicación.

Por otra parte, los participantes propusieron generar consensos interdisciplinarios para sentar las bases de colaboraciones científicas, en base al criterio de replicación de experimentos y de no considerar resultados provenientes de sólo uno o pocos estudios. Esto último es muy importante, porque cuando se repite una investigación, pueden cambiar sus resultados al modificarse algún aspecto de las personas que se estudian (por ejemplo, cambiar de ciudad, barrio o incluso de década) o de los métodos de investigación. Las repeticiones o repeticiones, en la medida que contribuyen con resultados semejantes, ayudan a asegurar la comprensión de un problema y a pensar mejor en sus posibles soluciones. También se discutió sobre el desarrollo de incentivos y fuentes de financiación para el trabajo en colaboración entre neurocientíficos y educadores, con el fin de contribuir con el logro de la transferencia de los resultados de tales investigaciones a la práctica educativa.

Respecto al diseño de políticas educativas, se propuso realizar un estudio a nivel nacional para desarrollar recomendaciones basadas en el conocimiento contemporáneo sobre:

- (a) modos de aprendizaje en los niños
- (b) estímulo del diseño, implementación y evaluación de investigaciones que contribuyeran con identificar factores del desarrollo cerebral, como por ejemplo, las influencias de la calidad del cuidado prenatal, la nutrición, los estilos de vida saludables en las familias y en las comunidades
- (c) fomento en las escuelas de la investigación y divulgación de conocimientos acerca del desarrollo infantil
- (d) mejora de la calidad de los centros de cuidado infantil
- (e) creación de estándares para la capacitación profesional de los trabajadores a cargo del cuidado infantil

Además de persistir una necesidad de debatir los marcos ideológicos y epistémicos que se encuentran en la base de tales propuestas de integración, es interesante constatar que, dos décadas después de tal encuentro, muchos de los aspectos allí mencionados aún continúan discutiéndose. La necesidad de tales debates se justifica por la existencia de diferencias en los marcos conceptuales y metodológicos de las prácticas científicas y educativas que existen entre diferentes sociedades. La asunción acrítica de

propuestas foráneas, necesariamente implica tensiones científicas, pero también ideológicas respecto a las formas y contenidos de la producción y el consumo de conocimientos. En particular, resulta central debatir sobre la articulación de la neurociencia educativa en la lógica de las relaciones entre los sistemas de producción y las estructuras de cada sociedad.

#### *Publicaciones fundacionales*

Otro hito histórico que se asocia al surgimiento contemporáneo de la neurociencia educativa es la publicación de dos trabajos científicos: *Educación y Cerebro: Un puente demasiado lejos* (*Education and the Brain: A bridge too far*) de John Bruer en 1997; y *La relevancia educativa de la investigación en neurociencia cognitiva* (*The Educational relevance of research in cognitive neuroscience*) de Byrnes y Fox en 1998.

El primero de ellos abordó dos temas centrales. Por una parte, cuestionó que se expliquen el desarrollo y el aprendizaje de los niños tomando en cuenta resultados aislados de distintos experimentos de laboratorio (algunos hechos con animales), sin considerar otros factores que también intervienen en su organización y desarrollo. Por ejemplo, no es posible reducir la explicación del aprendizaje de los niños solamente a lo que ocurre con los contactos entre neuronas, porque el aprendizaje requiere considerar otros factores de la conducta individual, de la vida familiar, de la sociedad y de la cultura en la que ellos viven. Por otra parte, el desarrollo cognitivo y los aprendizajes van evolucionando y transformándose continuamente durante las dos primeras décadas de vida, por lo cual no es posible establecer un tiempo específico, corto, de su desarrollo a nivel neural, como en el caso de los denominados "períodos críticos". Éstos consisten en momentos de máxima organización de funciones cerebrales relacionados fundamentalmente con la percepción visual y auditiva. Tienen dos características: duran un tiempo determinado que es claramente identificable; y cualquier influencia, positiva o negativa, tiende a modificar la organización de esa función, de manera permanente. Esto es válido para ciertas funciones neurales, pero en el caso del desarrollo cognitivo y del aprendizaje no, ya que su evolución es más extensa e involucra muchas redes neurales que tienen diferentes trayectorias de cambio. En estos casos corresponde hablar de períodos sensibles, que también se refieren a un período de organización neural de funciones complejas como la cognición y el aprendizaje, pero que toman más tiempo y durante los cuales las influencias positivas o negativas generan cambios que luego pueden modificarse. La segunda cuestión, consiste en haber señalado que la psicología cognitiva, con sus modelos sobre el funcionamiento cognitivo y emocional sería la disciplina que podría

generar el puente o la integración entre las propuestas de la neurociencia cognitiva y la educación.

Por su parte, Byrnes y Fox propusieron explorar los potenciales beneficios de incorporar los hallazgos de la neurociencia cognitiva al campo de la psicología educativa, considerando que no es posible prescindir de lo que ocurre a nivel neural en el momento de construir conocimiento sobre el aprendizaje y la motivación. Para ello señalaron la importancia de invertir esfuerzos en la capacitación a docentes sobre el desarrollo neural y los hallazgos de los estudios de la neurociencia cognitiva sobre atención, memoria, lenguaje y aritmética. Además, enfatizaron la importancia de comprender los límites que las metodologías neurocientíficas imponen ya que, por ejemplo, resulta muy difícil implementarlas en situaciones de enseñanza en el aula.

Un aspecto compartido en ambas publicaciones, es que ninguna sugiere aplicaciones concretas para llevar a cabo en el aula. Por el contrario, señalaban la importancia de explorar la posibilidad de enriquecer las prácticas de enseñanza por medio de la consideración del nivel de organización neural, bajo la forma de un programa de investigación interdisciplinaria a desarrollar a futuro.

### Programas y publicaciones contemporáneos

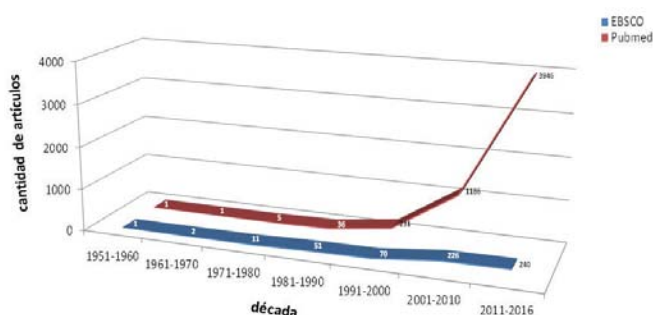
Desde mediados de la década de 1990, comenzaron a multiplicarse los esfuerzos académicos orientados a desarrollar las propuestas planteadas por el encuentro y las publicaciones mencionados. Por ejemplo, en el año 2004 fue creada una asociación científica específicamente orientada a la neurociencia educativa; entre los años 2007 y 2016, se crearon tres publicaciones especializadas en el área; y durante la última década y media, se generaron diferentes programas de maestrías, doctorados y escuelas en

distintos países. Un ejemplo regional de este tipo de esfuerzos es la Escuela Latinoamericana para las ciencias de la educación, cognitivas y neurales<sup>1</sup> coordinada por investigadores de Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. Estas instancias de formación, discusión y publicación, fueron acompañadas por un aumento significativo de publicaciones en el área. En tal sentido, al realizar recientemente (en mayo de 2018) una búsqueda bibliográfica utilizando las palabras clave “neurociencia” y “educación”, es posible verificar un crecimiento exponencial en el número de artículos publicados desde inicios de la década de 1980 la mayoría de los cuales provienen de las ciencias naturales y de la salud (ver Figura 1).

### Versiones de la neurociencia educativa

Como fuera mencionado, la historia reciente de la neurociencia educativa se apoya fundamentalmente en investigaciones del ámbito neurocientífico, orientadas a construir propuestas interdisciplinarias con potencialidad de enriquecer el diseño de prácticas de aprendizaje y de enseñanza. No obstante, tal esfuerzo se encuentra aún en una etapa preliminar de desarrollo. Las últimas revisiones publicadas sobre el estado del arte de la neurociencia educativa, indican que una parte de la literatura se orienta a examinar méritos y desméritos, promesas y obstáculos de los intentos de aplicar la investigación neurocientífica a la educación. Un segundo grupo de artículos presentan diferentes resultados de investigaciones sobre cambios en la estructura y función del sistema nervioso por exposición a diferentes tipos de contextos de desarrollo (los que ofrecen muchas fuentes de estimulación sensorial, cognitiva y social; o los que están deprivados de ellos); y sobre procesamiento de números y lectura –por lo general sobre dislexia (ver Glosario)–, que proponen potenciales modelos de investigación que podrían tener pertinencia en educación. Es decir, que la mayor proporción de la literatura es fundamentalmente de carácter preliminar y en alguna medida orientada a justificar la potencialidad de la neurociencia educativa. Esta última aún no cuenta con ejemplos concretos que se puedan implementar dentro del aula.

Es esperable que, durante la próxima década, parte de estos debates comiencen a ser superados por la acumulación de evidencia que ayude a dar forma concreta a las potenciales contribuciones de la neurociencia educativa a las prácticas educativas, en base a una nueva generación de estudios que ya se encuentran en desarrollo. En los últimos dos años han comenzado a publicarse investigaciones en las que se toma información de la actividad eléctrica del cerebro (para lo cual se utilizan electrodos que se insertan en una gorra), de varias personas



**Figura 1. Cantidad de artículos publicados por década, según los resultados de una búsqueda con los términos “neurociencia” y “educación” en los buscadores académicos Pubmed (en el que predominan fuentes bibliográficas de las ciencias biológicas y de la salud) y EBSCO (en el que predominan fuentes de las ciencias humanas y sociales).**

<sup>1</sup> Latin American School for Education, Cognitive and Neural Sciences.

realizando una misma actividad como por ejemplo interpretar una pieza musical o realizar una tarea propuesta por un docente en el aula. Estos estudios permiten obtener información neural sobre cómo se resuelven tareas específicas en situaciones concretas de aprendizaje; y de varios alumnos al mismo tiempo, lo cual permitirá superar el problema actual de que la información neural se está analizando prácticamente a nivel individual. Otras técnicas de neuroimágenes, como la resonancia magnética (con la que se generan imágenes anatómicas de la activación de redes neurales durante la realización de una tarea), son más difíciles de utilizar para investigar cuestiones de enseñanza y aprendizaje. Y aun en caso de poder utilizarlas, es necesario comprender que una imagen anatómica, o de la activación de una red neural, o de la actividad eléctrica, no son útiles por sí solas para orientar el diseño de prácticas educativas, ya que es necesario considerar además modelos psicológicos y educativos que permitan interpretar tales actividades neurales. En la actualidad, una de las limitaciones más importantes del uso de neuroimágenes es que la información que generan es de carácter asociativo. Esto significa que permiten describir qué áreas cerebrales se activan durante la realización de cierta tarea cognitiva, pero no informan sobre las causas o los mecanismos involucrados en tal asociación. Por otra parte, estas investigaciones se basan en el análisis de resultados provenientes del estudio de grupos de personas, lo cual implica que su carácter es fundamentalmente probabilístico, y que no siempre contempla la variación que puede haber entre individuos. Este tipo de metodologías aún deben ser mejoradas en su sensibilidad y especificidad, para lo cual se requiere de aplicaciones más amplias que permitan evaluar a las mismas personas en diferentes momentos de su desarrollo y en distintas circunstancias de vida.

### **Neuromitos**

Uno de los problemas que trae aparejado este campo de estudio, además de las dificultades mencionadas anteriormente, es que se generan mitos acerca de cómo funciona el cerebro. Uno de ellos tiene que ver con haber tomado los resultados de los estudios sobre conectividad entre neuronas, de los períodos críticos y de las influencias de los contextos de crianza complejos o deprivados –estos últimos dos provenientes de experimentos con animales– para generar afirmaciones como “Los primeros tres años de vida son el único período de formación de sinapsis”; “Los primeros tres años de vida son un período crítico para el desarrollo cerebral, durante los cuales el aprendizaje es más fácil y eficiente”; y “Durante este período el enriquecimiento o la deprivación ambientales tienen necesariamente efectos irreversibles sobre el cerebro”. El mito toma

partes de evidencias que sólo son verdaderas en sus propios contextos de estudio, pero las integra para hacer afirmaciones sobre temas sobre los cuales no hay evidencia.

Por ejemplo, como ya fue mencionado, contamos con evidencia de la existencia de períodos críticos en etapas tempranas del desarrollo cerebral durante la organización de funciones perceptuales como la visión y la audición. No obstante, las funciones cerebrales involucradas en procesos más complejos como por ejemplo el aprendizaje, se organizan durante períodos más largos que se extienden al menos durante las dos primeras décadas de vida –denominados “sensibles”. Tomar como crítico algo que es sensible, tiene como consecuencia que se dejan de tomar acciones necesarias en un momento del desarrollo (por ejemplo, dejar de realizar acciones de estimulación cognitiva a los tres años) por considerar que ya no es posible generar modificaciones. Lo cierto es que la evidencia disponible nos permite verificar lo contrario, es decir que es posible modificar el funcionamiento neural de niños que han estado expuestos a deprivación, más allá de ese período.

A pesar de la evidencia que existe en relación a las diferencias entre períodos críticos y sensibles, aún se verifica una tendencia a considerar como crítico lo que es sensible tanto en ámbitos académicos, como en el discurso de algunos organismos multilaterales y los medios de comunicación. Asimismo, en base a diferentes encuestas realizadas en América Latina, América del Norte y Europa, existe evidencia de que muchos maestros sostienen conceptos erróneos de este tipo y que realizan prácticas de enseñanza en nombre de la neurociencia que no están basadas en evidencia, como las propuestas basadas en estilos de aprendizaje cinestésico (ver Glosario), visual o auditivo; o en actividades para el hemisferio derecho (con supuesto procesamiento afectivo) o izquierdo (con supuesto predominio analítico). Muy por el contrario, la evidencia disponible indica que el sistema nervioso funciona en red todo el tiempo, incluso cuando dormimos.

### **La industria de la gimnasia cerebral**

Otro de los factores asociados a tales tendencias, se relaciona con el aumento progresivo de la oferta de productos que prometen mejoras cognitivas a distintos grupos etarios, desde la infancia temprana hasta la tercera edad (por ejemplo, *Baby Einstein*, *Brain Gym*, *CogMed*, *Lumosity*, fácilmente accesibles en Internet). En varios casos, tales promesas han sido cuestionadas después de ser evaluadas por medio de diferentes investigaciones. La preocupación por la oferta de productos por parte de la industria también ha generado debates en el ámbito académico. En 2014 el Centro de Longevidad de la Universidad de Stanford y el Instituto



Max Planck para el Desarrollo Humano publicaron un consenso firmado por más de 70 investigadores de distintos centros de América del Norte y Europa, en el que se cuestionaba que los juegos que la industria estaba ofreciendo a los consumidores no estuvieran basados en evidencia. También, que era necesario continuar realizando investigaciones que consideraran otros factores como el diseño de estudio, la evaluación de impacto, y la naturaleza multidimensional del desarrollo. Posteriormente, otro grupo de más de 120 investigadores de centros mayoritariamente estadounidenses y europeos firmaron otro consenso en el que acordaban con la necesidad de continuar realizando tales tipos de investigaciones. Sin embargo, señalaban la importancia de la evidencia disponible que indicaba que algunos de estos programas de intervención habían generado cambios positivos en la cognición, y que por tal razón no todas ellas deberían ser consideradas negativamente, sino en función de la calidad de sus diseños, evaluaciones de impacto y resultados.

En definitiva, este tipo de debates son importantes para mejorar la forma en que se comunican las implicaciones prácticas de los hallazgos de la investigación dentro de la neurociencia educacional.

### **Debates actuales y direcciones futuras**

Parte de los debates que han tenido lugar desde el origen de la neurociencia educacional se asientan en tensiones preexistentes entre las ciencias naturales, de la salud y las sociales. Una de las críticas centrales que algunos antropólogos y sociólogos dirigen a la neurociencia educacional es la de intentar reducir los fenómenos de aprendizaje y de enseñanza a explicaciones que sólo consideran el nivel de organización neural, eliminando la consideración de otros factores individuales, sociales y culturales, sobre los cuales la educación, la antropología y la sociología han investigado por más de un siglo. Por supuesto, ningún investigador del área de la neurociencia educacional niega la existencia de tal complejidad de niveles. No obstante, al construir conocimiento en base al nivel neural solamente, tal concepción integral es abandonada. En cualquier caso, es importante comprender que no toda propuesta de la neurociencia educacional porta esta característica: el campo involucra a diferentes grupos e investigadores que varían en sus abordajes de estudio en cuanto a la comisión de tales reduccionismos. Desde la perspectiva de la neurociencia educacional, considerar los fenómenos neurobiológicos involucrados en los procesos de aprendizaje y enseñanza podría resultar de gran utilidad en tanto se identifiquen, interpreten y debatan adecuadamente.

En algunas oportunidades, este tipo de explicaciones que reducen la complejidad del aprendizaje al funcionamiento de ciertas redes neurales, o que el desarrollo neural de los primeros tres años de vida determinan la productividad de las personas en su adultez, se toman como insumo para diseñar prácticas concretas que se propone incluir en políticas públicas educativas en diversos países, como en Argentina y España. Este tipo de propuestas, lejos de resolver las tensiones mencionadas entre las disciplinas involucradas, las alimenta. No solo no se condicen con la evidencia disponible, sino que además inducen a pensar en que el nivel neural es causa única de estos fenómenos, que en realidad dependen de muchos otros factores que actúan de manera interdependiente. Otro fenómeno asociado a este problema es la articulación de tal visión causal y reducida al nivel neural de los procesos de aprendizaje con las teorías económicas de capital humano, entendido como el conjunto de competencias cognitivas y no cognitivas que contribuyen a que una persona se incluya social y laboralmente durante el transcurso de su vida. Dado que hay diferentes teorías sobre capital humano, su articulación con la evidencia neurocientífica no es igual si se toma una teoría en lugar de otra. Por ejemplo, no es lo mismo considerar que un individuo está posicionado en un mercado de conductas e información, en el que optimiza sus conocimientos por acumulación de aquello que lo hace más deseable en el mercado, que considerar a sus competencias cognitivas como un derecho que se debe adquirir en un contexto de justicia social. Estos debates precisan ser explicitados por quienes utilizan la evidencia de la neurociencia para justificar políticas específicas de desarrollo humano y social. Ello es necesario para mejorar los procesos de construcción de conocimiento básico y aplicado, y sus implicaciones éticas y políticas.

Por último, la formación de docentes e investigadores en conceptos y metodologías propios de las disciplinas neurociencia y educación, requiere focalizar la atención en las necesidades de construcción de capacidades adecuadas para construcciones interdisciplinarias que consideren las propuestas actuales de la ciencia del desarrollo, respecto a la existencia de diferentes niveles de organización.

En tal sentido, una apuesta investigativa no explorada suficientemente sería la de contribuir con el diseño, la implementación y la evaluación de estudios realizados conjuntamente por representantes de distintas disciplinas en todas las etapas de una investigación.

### Glosario

**Neuroimágenes:** imágenes que brindan información sobre la estructura anatómica neural o la activación de diferentes redes neurales durante la realización de alguna tarea del sistema nervioso.

**Dislexia:** dificultad de aprendizaje de la lectura.

**Cinésico:** relacionado con la cinestesia, que es una rama de la ciencia que estudia el movimiento humano.

### Lecturas sugeridas

Bruer, J. T. (2016). Neuroeducación: Un panorama desde el puente. *Propuesta Educativa*, 46 (2), pp. 14-25.

Byrnes, J.P. y Fox, N.A. (1998). The educational relevance of research in Cognitive Neuroscience (La relevancia educacional de la investigación en neurociencia cognitiva). *Educational Psychology Review*, 10 (3), pp. 297-342.

Castorina, J. A. (2016). La relación problemática entre neurociencias y educación. Condiciones y análisis crítico. *Propuesta Educativa*, 46 (2), pp. 26-41.

Lipina, S. J. (2016). Actualizaciones en neurociencia educacional. *Propuesta Educativa*, 46 (2), pp. 6-13.

Lipina, S. J. y Sigman, M. (2012). *La Pizarra de Babel. Puentes entre neurociencia, psicología y educación*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Terigi, F. (2016). Sobre aprendizaje escolar y neurociencias. *Propuesta Educativa*, 46 (2), pp. 50-64.



**Mural en el frente de la ESRN 105 (Beschedt 865, Bariloche). Realizado por los alumnos de 4° 1°. Profesores a cargo: Verónica Goncalves (Artes Visuales) y Gala Carré (Teatro). La temática surgió de los estudiantes y para ello se llevaron a cabo debates sobre el tema, bocetos a color y la elección del diseño final. Todo esto concluyó en la realización del mural, con lo cual los chicos se apropiaron del edificio de su escuela, se integraron más entre ellos y compartieron su actividad con la comunidad.**