

Educación a Prueba de Calor

en América Latina
y el Caribe



Editores:

María Soledad Bos
Dante Contreras
Liora Schwartz

Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Educación a prueba de calor en América Latina y el Caribe / editores, María Soledad Bos, Dante Contreras, Liora Schwartz.
p. cm. — (Monografía del BID ; 1310)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Climatic changes-Social aspects-Latin America. 2. Climatic changes-Social aspects-Caribbean Area. 3. School building-Environmental aspects-Latin America. 4. School building-Environmental aspects-Caribbean Area. I. Bos, María Soledad, editora. II. Contreras, Dante, editor. III. Schwartz, Liora, editora. IV. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación. V. Serie.

IDB-MG-1310

Edición: Lucas Vermal

Diseño y Maquetación: MOKA.Diseño

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Educación a Prueba de Calor

en América Latina y el Caribe

Editores:

María Soledad Bos

Dante Contreras

Liora Schwartz

Los autores de los capítulos son los siguientes:

CAPÍTULO 1

Mariana Alfonso, María Soledad Bos,
Dante Contreras y Liora Schwartz.

CAPÍTULO 2

Mariana Alfonso, María Soledad Bos,
Dante Contreras, Ana María Páez y Liora Schwartz.

CAPÍTULO 3

María Soledad Bos, Dante Contreras,
César Corena, Livia Minoja y Liora Schwartz.

CAPÍTULO 4

Andrea Bergamaschi, Dante Contreras
y Liora Schwartz.

CAPÍTULO 5

Andrea Bergamaschi, Dante Contreras
y Liora Schwartz.

CAPÍTULO 6

Dante Contreras, Gregory Elacqua
y Liora Schwartz.

AGRADECIMIENTOS

Este documento se benefició de los valiosos comentarios y orientaciones de Adrien Vogt-Schilb, experto principal de la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), quien actuó como revisor externo. La revisión técnica interna estuvo a cargo de Raúl Delgado y Alfred Grunwaldt, especialistas líderes en cambio climático. Se agradece también el apoyo de Caspar Ammann, investigador científico del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR), por su asesoría senior en los aspectos metodológicos y de análisis climático.

El equipo expresa su especial agradecimiento a Mercedes Mateo-Berganza, jefa de la División de Educación, y a Ferdinando Regalia, gerente del Sector Social, por su liderazgo y respaldo a esta iniciativa.



a. 6cm de base
b. 3cm de base
c. 7cm de base
d. 1cm de base
e. 2cm de base

Tabla de contenidos

Resumen ejecutivo: Una hoja de ruta para fortalecer la resiliencia de los sistemas educativos frente al calor extremo **5**

Introducción **8**

SECCIÓN I. Impactos del calor extremo en la educación **10**

▶ **CAPÍTULO 1.** Cómo afecta el calor extremo a la educación **11**
Dificulta el acceso a una educación de calidad 12
Empeora los resultados educativos 15
Tiene consecuencias a lo largo de la vida 17

▶ **CAPÍTULO 2.** Qué escuelas en América Latina y el Caribe están en mayor riesgo al calor extremo **19**
Las zonas de riesgo del calor extremo para la educación de América Latina y el Caribe 21
El costo económico de la inacción 30

SECCIÓN II. Aumentar la resiliencia de la educación frente al calor extremo **31**

▶ **CAPÍTULO 3.** Cómo la infraestructura escolar fortalece la resiliencia al calor extremo **32**
Estrategias de infraestructura escolar que generan confort térmico en el aula 32

▶ **CAPÍTULO 4.** Cómo la flexibilidad de la educación permite adaptarse al calor extremo **40**
Flexibilización del calendario escolar para evitar los periodos de mayor calor 40
Educación a distancia para mantener la continuidad educativa 43

SECCIÓN III. Planear y financiar la resiliencia de la educación al calor extremo **47**

▶ **CAPÍTULO 5.** Cómo la planificación escolar permite anticipar y responder al calor extremo **48**
Información para anticipar el riesgo y tomar decisiones sensibles al calor 48

▶ **CAPÍTULO 6.** Cómo financiar la resiliencia de la educación al calor extremo **52**
Movilizar recursos para la resiliencia educativa al calor extremo 53
Distribuir recursos para fortalecer las zonas de alto riesgo 55

Lecciones para fortalecer la resiliencia educativa al calor extremo **58**

Referencias **60**



Resumen ejecutivo

Una hoja de ruta para fortalecer la resiliencia de la educación al calor extremo

- ▶ **El calor extremo ya está dejando huellas visibles en la educación y, si no se actúa, las consecuencias a largo plazo serán profundas.** En 2024 fue el fenómeno climático que más interrupciones provocó en la educación a nivel mundial: se vieron afectados 171 millones de estudiantes. En América Latina y el Caribe, el calor extremo tanto dentro como fuera de las aulas, reduce el tiempo efectivo de clases, ya que fuerza el cierre de escuelas e incrementan el ausentismo. También deteriora la calidad de la enseñanza al afectar a la productividad de los docentes, y reduce la capacidad de aprendizaje de los estudiantes al transformar las aulas en espacios poco propicios para la concentración y el bienestar. Por último, afecta la salud física y mental de los estudiantes desde la primera infancia y a lo largo de su trayectoria escolar.
- ▶ **Cuando los sistemas educativos carecen de las capacidades necesarias para garantizar temperaturas adecuadas en las aulas, y asegurar la continuidad del servicio educativo, no solo se pierden aprendizajes, sino que también aumenta la deserción escolar debilitándose la formación de capital humano.** La evidencia es contundente: cuando las temperaturas superan los 26,7 °C, los aprendizajes disminuyen de forma sistemática, especialmente en escuelas que no cuentan con las condiciones para mantener la temperatura en el interior de las aulas por debajo de ese umbral. Cada día adicional con temperaturas que superan este umbral se asocia con una reducción del 1% de los aprendizajes de un año escolar, lo que acarrea pérdidas educativas significativas y acumulativas.
- ▶ **El riesgo que plantea el calor extremo en América Latina y el Caribe es preocupante: una parte importante del sistema educativo se ubica en zonas caracterizadas por un nivel alto de amenaza y escasa capacidad de adaptación.** Las proyecciones indican que, en los próximos 50 años, más del 40% de los establecimientos, el 36% de los estudiantes y el 35% de los docentes estarán expuestos a entre 70 y 80 días por encima del umbral crítico de 26,7 °C a lo largo de un año escolar. Si a este nivel de exposición se le suma la vulnerabilidad del sistema educativo, se calcula que cerca de 195.000 escuelas, más de 15 millones de estudiantes y alrededor de medio millón docentes se concentran en zonas de altas temperaturas y con escasa capacidad de adaptación de los sistemas educativos. La inacción frente a este desafío podría traducirse en pérdidas económicas significativas. Con tan sólo 10 días de calor extremo en el año escolar, se calcula que las pérdidas de los ingresos laborales futuros de los estudiantes se aproximan a los US\$22.000 millones PPP.

El momento para actuar es ahora

- ▶ **Los sistemas educativos de la región pueden utilizar diversas estrategias para fortalecer su resiliencia al calor extremo.** Entre ellas destacan el mejoramiento de la infraestructura escolar para garantizar confort térmico y la implementación de servicios educativos flexibles, ya sea mediante calendarios ajustados para evitar los periodos de mayor temperatura o modalidades de educación a distancia que aseguren la continuidad del aprendizaje cuando la presencialidad no sea posible. Estas

intervenciones pueden combinarse según el nivel de exposición al calor y la capacidad de adaptación de cada sistema educativo.

▶ **El primer paso para seleccionar las intervenciones más efectivas es identificar con precisión las zonas de mayor riesgo al calor extremo.** Para asignar recursos donde más se necesitan, es indispensable contar con un mapeo detallado de los niveles de amenaza, exposición y vulnerabilidad a las altas temperaturas a nivel escolar, que permita reconocer los territorios y los componentes del sistema educativo más en riesgo. Los resultados regionales presentados en esta publicación ofrecen un primer punto de partida, pero para tomar decisiones efectivas es necesario avanzar hacia un análisis más granular, que recopile información sobre el patrón del calor y las comunidades educativas en riesgo para priorizar y orientar las respuestas de manera efectiva.

▶ **Luego, es necesario definir y diseñar intervenciones para blindar el servicio educativo frente al calor extremo teniendo en cuenta el patrón de calor de cada territorio.** La efectividad de las estrategias varía en función del número de días de calor del ciclo escolar, de su intensidad, de su distribución temporal y de la variabilidad territorial de las olas de calor.

- En territorios que presentan un número reducido de días de calor extremo durante el año escolar, puede bastar con adoptar medidas puntuales para proteger los aprendizajes, como ajustes de calendario, suspensiones de clases con recuperación posterior o periodos breves de educación a distancia. En cambio, si los días de calor extremo comprometen una proporción importante del año escolar, se debe pensar en respuestas permanentes, como, por ejemplo, adaptar la infraestructura escolar para garantizar el aprendizaje a lo largo de todo el año.
- La intensidad del calor también cuenta. Si las temperaturas exceden solo levemente el umbral de 26,7 °C, puede ser suficiente adoptar estrategias pasivas de infraestructura escolar que garanticen el confort térmico en el aula, como la ventilación cruzada, el sombreado o las pinturas reflectantes. En cambio, si el exceso es alto, es preciso complementar esas medidas con estrategias activas para garantizar el confort térmico, como la instalación de aire acondicionado.
- La distribución temporal del calor agrega una dimensión adicional. Si el calor se concentra en un solo mes se pueden redistribuir las vacaciones, pero si se concentra en ciertas horas, es más efectivo modificar los horarios escolares para evitar las clases durante ese periodo. En el caso de que coincida con el término del año escolar, periodo en el que generalmente se concentran los exámenes, se puede modificar el final del año escolar para que el calor extremo no genere peores resultados en las pruebas.
- También debe considerarse la interacción entre estas variables: unos pocos días de temperaturas extremadamente altas pueden justificar suspensiones de días de clase focalizadas, complementadas con tutorías remotas o paliadas con días de reserva destinados a recuperar el tiempo lectivo. En cambio, un calor persistente y elevado exige disponer de infraestructura resiliente, que garantice condiciones de confort térmico y el acceso a servicios básicos como agua en la escuela.
- Finalmente, la amplitud de la exposición dentro de un país define la escala y la urgencia de las respuestas: cuando el riesgo se concentra en pocos territorios, las medidas focalizadas —como pilotos de infraestructura o ajustes regionales de calendario— resultan factibles; pero cuando afecta a gran parte del sistema educativo, son necesarias respuestas escalables y sistémicas, como planes de

fortalecimiento de la infraestructura basados en estándares de resiliencia, que garanticen condiciones de aprendizaje seguras en todo el territorio.

▶ **Las intervenciones también deben reconocer y ajustarse a la realidad de cada país, pues no todos los sistemas cuentan con las mismas condiciones para implementar medidas de resiliencia.** La calidad de la infraestructura escolar y el acceso a servicios básicos determinan la posibilidad de implementar ciertas intervenciones.

- Cuando se cuenta con edificios escolares sólidos, pero no térmicamente resilientes, se puede avanzar con mejoras para garantizar el confort, en tanto que, si la infraestructura es muy precaria, se puede comenzar con medidas paliativas, pero deben planificarse a posterioridad inversiones en medidas estructurales.
- La disponibilidad de dispositivos, conectividad y competencias docentes abre la posibilidad de implementar modalidades de educación a distancia en días de calor extremo, mientras que su ausencia limita estas alternativas y obliga a invertir primero en el acceso a tecnologías y el desarrollo de capacidades.
- Las condiciones de los estudiantes y sus comunidades, que trascienden al sector educativo, moldean la efectividad de las respuestas: cuando los hogares son más calurosos que las escuelas, cerrar estas últimas y pasar a la educación a distancia deja de proteger los aprendizajes. Por otro lado, cuando los trayectos escolares son largos y no hay buenas alternativas de transporte, el ausentismo se eleva en días de altas temperaturas, aun cuando las escuelas ofrezcan confort térmico.

▶ **Las respuestas también están condicionadas por las capacidades de los sistemas educativos para planificar y gestionar.** Integrar los riesgos asociados al calor extremo en la planificación educativa permite anticipar y responder a las temperaturas extremas. Sin embargo, cuando no se cuenta con datos específicos sobre infraestructura, clima o exposición, o cuando el personal técnico no tiene las capacidades para analizar estos riesgos e incorporarlos en la planificación, los países pueden empezar adoptando medidas simples, apoyándose en datos y capacidades para obtener un panorama inicial, mientras avanzan en la construcción de sistemas de información más completos e interoperables y en análisis de riesgo más detallados. Fortalecer estas capacidades es clave para evitar que las decisiones se basen en aproximaciones generales y no en evidencia, lo que reduce la efectividad de las intervenciones.

▶ **Por último, el financiamiento constituye un pilar decisivo.** Sin recursos suficientes y sostenibles, cualquier estrategia de adaptación queda limitada. Los países necesitan avanzar hacia esquemas presupuestarios que integren criterios de riesgo climático en la asignación regular y garanticen la continuidad en el tiempo. Para ello es clave aprovechar los recursos ya existentes del sector educativo, ampliar el espacio fiscal y movilizar nuevas fuentes de financiamiento como los fondos climáticos y privados, además de coordinarse con otros sectores para optimizar el uso de recursos. Es indispensable consolidar un financiamiento estable y previsible para que cada dólar invertido se traduzca en escuelas más resilientes.

▶ **Para proteger los aprendizajes frente al calor extremo hay que actuar ahora: identificar riesgos, diseñar respuestas ajustadas al contexto e invertir en resiliencia.** Cada año de retraso significa más pérdidas de aprendizaje, más desigualdad y menos oportunidades para millones de estudiantes. La evidencia está disponible, los costos de no actuar son inaceptables. El momento de avanzar es ahora.

Introducción

La importancia de garantizar los aprendizajes frente al calor extremo

- ▶ **El calor extremo se ha convertido en una de las principales amenazas para el acceso y la calidad de la educación en América Latina y el Caribe.** Las altas temperaturas provocan cierres de escuelas y aumentan el ausentismo, reduciendo el tiempo efectivo de clases. También deterioran los aprendizajes al convertir las aulas en espacios poco propicios para aprender, afectando el desempeño docente y limitando la capacidad de concentración de los estudiantes. Incluso comprometen la salud física y mental desde la primera infancia. Estas consecuencias no se distribuyen de manera uniforme: las comunidades con menos recursos y menor capacidad de adaptación enfrentan los impactos más severos. En una región donde la educación es una de las principales herramientas para reducir la desigualdad, el calor extremo pone en riesgo avances fundamentales en equidad y desarrollo humano.
- ▶ **La evidencia disponible confirma la magnitud de estos efectos: cuando las temperaturas superan los 26,7 °C, el aprendizaje disminuye.** En las escuelas que carecen de las condiciones necesarias para mantener la temperatura en el aula bajo ese umbral, cada día de calor adicional reduce 1 % de los aprendizajes de un año escolar. Estas pérdidas se acumulan a lo largo de la trayectoria educativa y tan solo 10 días de calor al año pueden representar hasta 1,2 años de escolaridad, lo que a su vez puede traducirse en una disminución del 11 % de los ingresos laborales futuros de los estudiantes afectados.
- ▶ **A pesar de su alcance, el calor extremo aún no ocupa un lugar central en las agendas educativas de la región.** La planificación del sector rara vez incorpora información sobre temperaturas o confort térmico, y los presupuestos no contemplan inversiones específicas para enfrentar este tipo de riesgo. La mayoría de los sistemas educativos siguen operando bajo la suposición de un entorno estable, con infraestructura y calendarios diseñados que no permiten adaptarse y minimizar los efectos del calor. En consecuencia, las respuestas tienden a ser reactivas y fragmentadas —suspensiones de clases, ajustes temporales de horario o medidas de emergencia— que no garantizan la continuidad y calidad de los aprendizajes.
- ▶ **Este informe ofrece una comprensión integral de cómo el calor extremo afecta la educación en América Latina y el Caribe y qué pueden hacer los sistemas educativos para anticipar, responder y adaptarse a sus impactos.** Combinando evidencia empírica, análisis territorial y propuestas de política pública, el estudio se organiza en tres secciones que buscan convertir la información disponible en orientaciones concretas para la acción.
- ▶ **La primera sección examina cómo las altas temperaturas impactan la educación en América Latina y el Caribe.** Esta sección muestra como el calor extremo reduce el aprendizaje y agrava las desigualdades existentes, generando consecuencias inmediatas y de largo plazo. Luego, con base en un enfoque que considera tres dimensiones interrelacionadas —la amenaza (frecuencia e intensidad del calor), la exposición (localización de los estudiantes, docentes y escuelas) y la vulnerabilidad (condiciones

que determinan la capacidad de respuesta)—, identifica las escuelas, estudiantes y docentes en mayor riesgo en la región. Este análisis ofrece una base empírica sólida para dimensionar el problema y orientar las intervenciones.

- ▶ **La segunda sección presenta las intervenciones disponibles para fortalecer la resiliencia de la educación al calor extremo.** Estas incluyen el fortalecimiento de la infraestructura escolar para mejorar el confort térmico y el desarrollo de servicios educativos flexibles, mediante calendarios adaptados para evitar los momentos de mayores temperaturas o modalidades de educación a distancia que aseguren la continuidad del servicio cuando ya no sea posible la presencialidad. Cada estrategia se analiza en términos de efectividad, viabilidad y costo-beneficio, mostrando que invertir en resiliencia educativa frente al calor extremo genera beneficios sustantivos y sostenibles.
- ▶ **La tercera sección se centra en como planificar y financiar la resiliencia educativa al calor extremo.** Examina cómo los procesos de planificación educativa pueden incorporar datos sobre calor extremo en los sistemas de información y gestión educativa y cómo estos pueden orientar decisiones sensibles al calor. Finalmente, analiza estrategias de financiamiento que permitan sostener las intervenciones, combinando un uso más eficiente y mejor distribuido de los recursos existentes utilizando instrumentos innovadores de financiamiento que generan recursos y motivan inversiones en resiliencia del sistema educativo.
- ▶ **En conjunto, el estudio ofrece una hoja de ruta práctica para proteger los aprendizajes y garantizar la continuidad del servicio educativo en contextos de calor extremo. Adaptar la educación al calor extremo no es solo una necesidad urgente, es una inversión de alto retorno para proteger los aprendizajes de hoy y las oportunidades de mañana.**

SECCIÓN I.

Impactos del calor extremo en la educación

- ▶ **El calor extremo plantea un desafío impostergable para los sistemas educativos.** Las altas temperaturas provocan la interrupción de clases, reducen el tiempo efectivo de aprendizaje y deterioran las condiciones de enseñanza, lo que trae consigo la interrupción de trayectorias escolares y menores niveles de aprendizaje. Estos efectos, lejos de ser transitorios, tienen efectos acumulativos que debilitan el desarrollo de capital humano, reducen los ingresos futuros y generan importantes pérdidas sociales.
- ▶ **Enfrentar este desafío requiere comprender cómo el calor afecta los resultados educativos y a quienes impacta con mayor intensidad.** Analizar conjuntamente la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad frente a las altas temperaturas permite no solo determinar la magnitud del problema, sino también generar un nivel de conocimiento inédito en la región, al ilustrar la interacción entre la intensidad y la frecuencia del calor, la ubicación de las escuelas, los estudiantes y los docentes, y las condiciones que determinan la capacidad de respuesta del sistema educativo. Contar con esta evidencia es clave para entender de manera integral el desafío que representa el calor extremo para la educación en América Latina y el Caribe y para orientar los esfuerzos donde la necesidad es mayor, de acuerdo con las realidades locales.

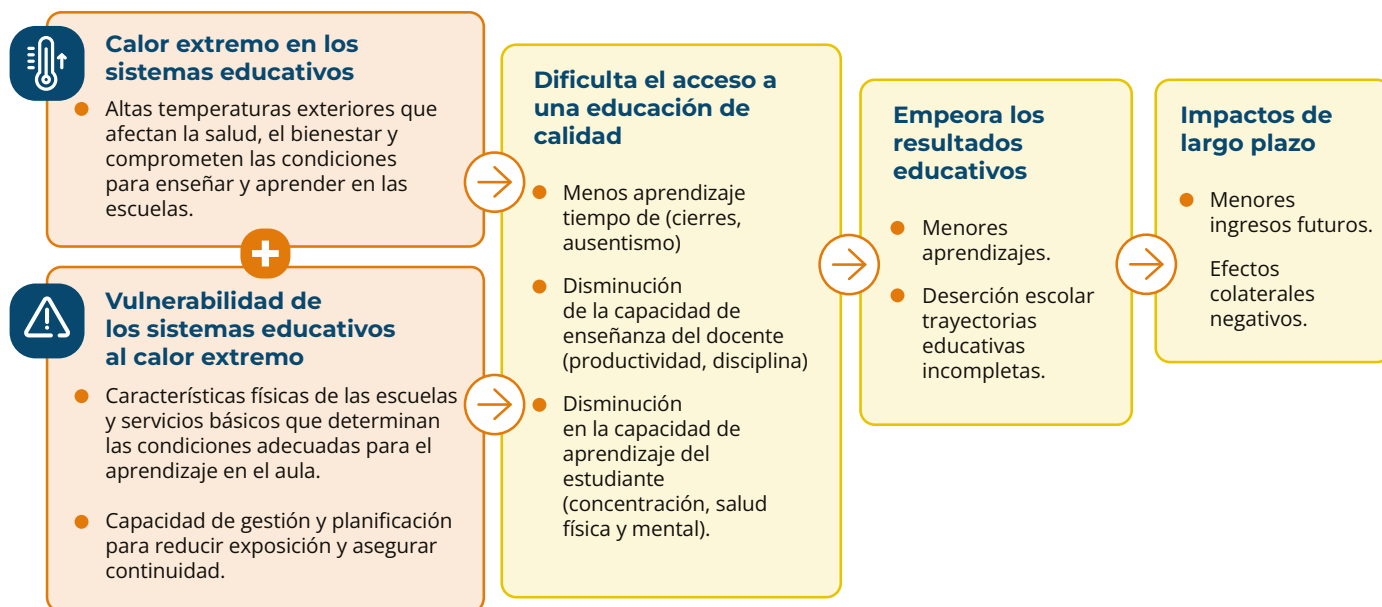


Capítulo 1.

● ● ● **Cómo afecta el calor extremo a la educación**

- ▶ **El calor trae consigo efectos concretos en la educación: menores aprendizajes, interrupción de las trayectorias escolares y una reducción de las oportunidades futuras para los estudiantes.** Las repercusiones del calor extremo sobre las escuelas y las comunidades educativas son inmediatas: reducción del tiempo efectivo de clase, deterioro de la capacidad de enseñanza de los docentes y disminución de la capacidad de aprendizaje de los estudiantes. A lo largo del tiempo, estos impactos de corto plazo se acumulan, produciendo pérdidas de aprendizaje persistentes y un ensanchamiento de las desigualdades educativas.
- ▶ **La magnitud de estos efectos depende de características de los sistemas educativos**, en particular de las condiciones físicas de las escuelas -que determinan las temperaturas y los ambientes dentro de las aulas-, así como de la capacidad de los sistemas educativos de planificar y gestionar sus procesos, tiempos y modalidades de enseñanza para reducir la exposición al calor y garantizar la continuidad del aprendizaje. Cuando los sistemas carecen de estas características y capacidades no pueden mitigar los efectos negativos del calor extremo, lo que trae consigo una reducción de los aprendizajes y un aumento del abandono escolar, especialmente entre los estudiantes en situación de vulnerabilidad socioeconómica. La evidencia demuestra que cada día de más de 26,7 °C se asocia con una reducción del 1% de los aprendizajes de un año escolar. Con el tiempo, todas estas pérdidas se acumulan, debilitan el desarrollo de capital humano, reducen los ingresos futuros de quienes hoy ven afectado su proceso formativo y generan efectos colaterales negativos para toda la sociedad (Figura 1.1).

Figura 1.1. Efectos del calor extremo en la educación



Fuente: elaboración propia basada en la literatura pertinente.

Dificulta el acceso a una educación de calidad

Menos tiempo de aprendizaje

- ▶ **El calor extremo fuerza el cierre de escuelas, interrumpe la educación presencial y reduce el tiempo efectivo de clase.** En 2024, las olas de calor fueron el evento climático que más interrupciones provocó en la educación a nivel mundial, con 171 millones de estudiantes afectados (UNICEF 2025). Si bien los países de la región no monitorean el cierre de escuelas por calor extremo, la información recopilada por varios medios periodísticos revela que, durante 2025, el calor extremo obligó a postergar el inicio del año escolar en varias provincias de Argentina y en más de 2.300 escuelas del estado de Río Grande do Sul (Brasil), donde la medida afectó a 700.000 estudiantes. En México, más de 13 millones de estudiantes se vieron afectados en 2023 por la decisión de acortar el año escolar en 18 estados, adoptada en respuesta directa a las olas de calor. En varios casos, las autoridades también optaron por ajustar los horarios escolares para evitar las horas de mayores temperaturas, situación que se repetiría en 2024 en distintos municipios de Honduras y en diversos estados de México. Casos similares se han registrado en Guatemala, Honduras, Perú y otros países de la región, con medidas que van desde la reducción de la jornada escolar hasta el cierre temporal de escuelas.
- ▶ **La medida de suspensión de clases por calor extremo se adopta cuando no es posible garantizar condiciones mínimas de seguridad y bienestar en las escuelas.** Las olas de calor fuerzan la suspensión de clases cuando las escuelas carecen de infraestructura que permita garantizar condiciones térmicas adecuadas dentro del aula o suministrar servicios básicos como agua potable, imprescindibles para que los estudiantes y docentes puedan hacer frente a altas temperaturas (Venegas Marín et al. 2024). Por ejemplo, en Río Grande do Sul se decidió cerrar las escuelas a inicios del año escolar de 2025 porque las aulas carecían de ventilación y agua suficientes para ofrecer condiciones de seguridad básicas a los estudiantes frente a temperaturas tan altas (G1 2025; The Guardian 2025; Rogero 2025).
- ▶ **Aunque las escuelas se mantengan abiertas, muchos estudiantes optan por no asistir a clase debido al calor, reduciendo el tiempo efectivo de estudio.** Las altas temperaturas, tanto dentro como fuera del aula, afectan a la salud de los estudiantes, que sufren síntomas físicos como fatiga, mareos, dolores de cabeza o calambres, y dificultan su asistencia regular a clase, especialmente en el caso de los estudiantes de salud más frágil, así como de quienes deben recorrer grandes distancias para llegar a la escuela o viven en zonas cuyas escuelas carecen de condiciones térmicas mínimas. Estudios realizados en contextos tan diversos como Estados Unidos, India e Inglaterra han documentado que las temperaturas extremas elevan las tasas de inasistencia, especialmente entre los estudiantes más vulnerables. Por ejemplo, en Estados Unidos se observó que, en comparación con días de temperaturas de entre 15 °C y 21 °C, la probabilidad de faltar a clase aumenta a medida que van subiendo las temperaturas: un 8% cuando se superan los 21 °C, un 10% a partir de 27 °C y un 16% por encima de 32 °C. Este efecto es más pronunciado en el caso de los estudiantes afrodescendientes, hispanos y de hogares con menos recursos, y acentúa brechas preexistentes en materia de asistencia y continuidad escolar (McCormack 2025). En India, ciertos estudios concluyen que las temperaturas superiores a 21 °C reducen la asistencia escolar, en gran medida por el malestar físico de los estudiantes y las decisiones familiares (Garg et al. 2020; Lala y Hagishima 2023).
- ▶ **Cada día de cierre de escuelas es un día de aprendizaje perdido.** Los cierres interrumpen la instrucción presencial y por lo general no son compensados con actividades organizadas a distancia

o actividades de recuperación, especialmente en contextos de débil infraestructura digital, escasa planificación de contingencias y limitada capacidad institucional de los servicios educativos. No se trata de una pérdida homogénea, ya que afecta en mayor grado a los estudiantes más vulnerables — particularmente en zonas rurales o de bajos ingresos—, quienes asisten a escuelas con infraestructura de peor calidad o viven en condiciones de hacinamiento o en viviendas carentes de servicios básicos y no preparadas para el calor extremo, lo que les impide seguir aprendiendo en casa durante las interrupciones (Venegas Marín et al. 2024).

Disminución de la capacidad de enseñanza de los docentes

- ▶ **El calor extremo deteriora las condiciones laborales de los docentes: afecta a su bienestar, a su capacidad para enseñar y a la continuidad del proceso pedagógico.** Las altas temperaturas deterioran la calidad de la enseñanza, ya que incrementan los niveles de ausentismo docente (Borgen et al. 2023; Léonard 2018). Por otro lado, el calor extremo dentro de la escuela provoca fatiga y reduce la productividad laboral de los docentes, especialmente en relación con tareas cognitivas, lo que puede generar pérdidas de hasta el 9% entre los 23 °C y los 30 °C (Fujii et al. 2015; González-Hidalgo et al. 2011; Leme y Maia 2015; Seppanen et al. 2003; Seppanen et al. 2006 Wargocki y Wyon 2017). El confort térmico dentro del aula también afecta al estado psicofisiológico de los docentes, así como a su percepción del ambiente escolar, e incide en su capacidad de enseñar de manera eficaz (San Juan et al. 2014). El calor en el aula altera asimismo la organización de la jornada escolar: muchos docentes se ven obligados a hacer pausas frecuentes y no logran completar el programa escolar en el tiempo de enseñanza disponible (EiE Hub 2023).
- ▶ **Los propios docentes señalan que el calor afecta a su desempeño en el aula.** En India, una encuesta realizada entre 335 docentes de primaria concluyó que más del 60% consideraba que las altas temperaturas interrumpían el proceso de enseñanza y reducían su productividad, ya que generaban un ambiente estresante en el aula. Entre los síntomas más comunes se señalaron la fatiga, la pérdida de concentración y la necesidad de hacer pausas en clase (Lala y Hagishima 2023). En Estados Unidos, una encuesta nacional reveló que el 71,4% del cuerpo docente se había visto directamente afectado por eventos meteorológicos extremos, incluidas olas de calor, y que más del 10% señaló que las condiciones extremas habían mermado su capacidad para enseñar de manera efectiva (NEEFUSA y CMHN 2025). En Suecia, tras la ola de calor de 2018, el 93% de los directores de unidad de centros preescolares observaron que a los educadores les resultaba más difícil realizar sus tareas y estos mismos afirmaron haber padecido síntomas de agotamiento físico y mental, en particular, fatiga, dolor de cabeza, dificultad para respirar y tensión muscular. Según los directores, parecían abrumados, inseguros y poco capaces de planificar o responder a las necesidades de los niños (Malmquist et al. 2021).
- ▶ **Los docentes también señalan que el calor extremo incide en el comportamiento estudiantil y en las decisiones disciplinarias que toman dentro del aula.** Un estudio realizado en España asoció un aumento de las temperaturas dentro y fuera de las aulas con un peor estado de ánimo de los docentes y una percepción más negativa del comportamiento de sus estudiantes (Boix-Vilella et al. 2021). A su vez, según un estudio realizado en Estados Unidos, los estudiantes de escuelas sin aire acondicionado tenían hasta un 21% más de posibilidades de recibir advertencias disciplinarias los días de temperaturas superiores a los 32,2 °C (McCormack 2025). Este patrón sugiere que el calor influye en las decisiones de las figuras de autoridad y favorece actitudes más severas o menos empáticas (Behrer y Bolotnyy 2022; Heyes y Saberian 2019).

Disminución de la capacidad de aprendizaje de los estudiantes

- ▶ **El calor extremo reduce la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, ya que convierte las aulas en espacios poco propicios para la concentración y el esfuerzo cognitivo.** Las altas temperaturas dentro y fuera del aula afectan la salud física y mental de los estudiantes, les provocan fatiga, somnolencia, dolor de cabeza, deshidratación e incomodidad térmica. En último término, deterioran su bienestar general y limitan su disposición para aprender (Tian et al. 2021; UNICEF 2023; Bos y Schwartz 2023; Hyndman, Shortridge y Vanos 2023). Desde la perspectiva cognitiva, las altas temperaturas perjudican la capacidad de prestar atención, concentrarse y ejercitar la memoria, además de producir letargo, reducir la participación en actividades académicas y recreativas tanto dentro como fuera del aula y provocar comportamientos agresivos o disruptivos en los estudiantes (Wargocki y Wyon 2007; Wargocki y Wyon 2013; Park 2017; Anderson et al. 2000; Salthammer et al. 2016; McCormack 2025; Horvath y Borgonovi 2022; Tian et al. 2021; Shortridge et al. 2022).
- ▶ **Estos problemas afectan especialmente a los estudiantes con mayor vulnerabilidad socioeconómica.** Los estudiantes de menor nivel socioeconómico suelen asistir a escuelas con infraestructura deficiente, sin ventilación ni agua potable, factores que agravan el malestar térmico y en muchos casos provocan interrupciones del proceso educativo, ya que los estudiantes se ven obligados a salir del aula o de la escuela para hidratarse (UNICEF 2024; McCormack 2025). La evidencia muestra que esta combinación de factores acentúa la pérdida de funciones cognitivas esenciales para el aprendizaje, como la atención sostenida (Assari y Zare 2025). Por otro lado, los estudios revelan que una reducción de la temperatura interior de los centros escolares de 30 °C a 20 °C mejora hasta en un 20% el rendimiento de los estudiantes en tareas escolares que implican esfuerzo mental, y concluyen que el desempeño óptimo en tareas escolares se alcanza con temperaturas inferiores a los 22 °C (Wargocki et al. 2019).
- ▶ **El calor extremo también compromete la nutrición y la salud de los estudiantes, lo que afecta su disposición para el aprendizaje.** La exposición prolongada a altas temperaturas, tanto dentro como fuera del aula, puede provocar enfermedades relacionadas con el calor que tienen incidencia en la asistencia a clase y en la capacidad de aprendizaje durante la etapa escolar (Hyndman, Shortridge y Vanos 2023). Además, los fenómenos climáticos extremos pueden reducir la disponibilidad de alimentos, debilitar los sistemas inmunológicos y aumentar el riesgo de enfermedades como la malaria, el dengue y el cólera, lo que repercute directamente en el estado nutricional y de salud de los estudiantes (Helo Sarmiento et al. 2023). Circunstancias de este tipo son especialmente problemáticas cuando las escuelas no cuentan con acceso constante a agua potable, instalaciones de saneamiento adecuadas o programas de alimentación escolar, pues generan brechas críticas que afectan en mayor medida a estudiantes de sectores vulnerables (Acevedo et al. 2022). Esta mayor vulnerabilidad al calor se ve agravada en contextos de desventaja social, ya que los impactos del calor varían en función de las condiciones del entorno, la calidad de la vivienda, el acceso a servicios de salud y a servicios básicos en los hogares, y las desigualdades socioeconómicas entre áreas urbanas y rurales (Helldén et al. 2021). Finalmente, los estudiantes de menor edad manifiestan, además, menor tolerancia fisiológica al calor y una capacidad limitada para reconocer y gestionar sus riesgos, lo cual los hace más propensos a la fatiga, la deshidratación o el malestar térmico (Zivin y Shrader 2016).
- ▶ **El calor extremo afecta también la salud mental de los estudiantes, erosiona su bienestar emocional, altera su comportamiento y reduce su capacidad de aprendizaje.** Se ha establecido una relación entre los aumentos de temperatura, los eventos climáticos extremos y un deterioro creciente de la salud mental de niños, niñas y jóvenes, quienes se encuentran más expuestos, son más conscientes del problema y presentan mayor vulnerabilidad emocional frente a sus efectos (Clayton 2020; UNICEF 2023; Whitlock 2023). La ecoansiedad —un tipo de angustia relacionado con

la percepción de un futuro ambiental incierto— se extiende cada vez más entre los estudiantes, desde la adolescencia hasta la educación superior, en forma de sentimientos de ansiedad, miedo, incertidumbre, frustración y desesperanza (Coffey et al. 2021; Léger-Goodes et al. 2022). En El Salvador, un estudio del BID realizado sobre una muestra representativa de jóvenes de entre 15 y 25 años reveló que más de la mitad presentaba reacciones emocionales significativas ante el aumento de las temperaturas y los eventos climáticos extremos, y que cerca del 40% dudaba sobre la posibilidad de tener hijos debido a estas mismas problemáticas (Alfonso et al. 2025).

- ▶ **Por último, el calor extremo también afecta a los estudiantes antes de la edad de escolarización e impacta en su desarrollo físico y cognitivo desde la gestación y a lo largo de la primera infancia, afectando su capacidad de aprender.** Diversos estudios han vinculado las altas temperaturas durante la gestación con peores resultados en el nacimiento y alteraciones en la memoria de trabajo y el control inhibitorio —funciones clave para aprender—, así como con menores niveles educativos e ingresos más bajos durante la edad adulta (Pazos et al. 2023; Zamand y Hyder 2016; Fishman, Carrillo y Russ 2019). Otros estudios han llegado a conclusiones similares, por ejemplo, en Colombia, donde se ha observado que las olas de calor vividas durante las últimas etapas de la gestación reducen la talla del recién nacido, lo que podría guardar relación con la obtención de peores resultados escolares durante la niñez (Andalón et al. 2016). La evidencia también revela que las condiciones climáticas experimentadas durante los primeros años de vida pueden afectar el rendimiento académico en los primeros grados de la escuela: en Perú, los eventos de calor reducen los puntajes de los estudiantes en las regiones cálidas, mientras que los mejoran en las regiones frías (Liao et al. 2025).

Empeora los resultados educativos

Menores aprendizajes

- ▶ **La exposición a altas temperaturas durante el año escolar deteriora los aprendizajes, especialmente entre los estudiantes más vulnerables.** El estudio global más amplio realizado hasta la fecha (Park et al. 2021) analizó datos de más de 144 millones de estudiantes de 58 países participantes en las pruebas PISA. Sus conclusiones son contundentes: cada día adicional con temperaturas superiores a 26,7 °C registrado en los tres años previos a la prueba PISA se asocia con una reducción del desempeño de 0,0018 desviación estándar, equivalente aproximadamente a un 1% de los aprendizajes durante un año escolar¹. En un análisis complementario con datos de Estados Unidos, el mismo estudio muestra que el calor tiene efectos sustancialmente mayores en distritos escolares de bajos ingresos, probablemente por su menor acceso a recursos compensatorios, incluidos los necesarios para asegurar el confort térmico en el aula. Este hallazgo es consistente con evidencia que indica que estudiantes de menores ingresos y minorías tienen más probabilidades de asistir a escuelas sin aire acondicionado. Además, se estima que en la mayoría de las regiones de Estados Unidos la inversión en sistemas de climatización escolar genera, en el largo plazo, incrementos de ingresos suficientemente altos para compensar los costos iniciales de infraestructura. Estos resultados se confirman en una revisión sistemática de 12 estudios que ha determinado que, para distintos contextos, metodologías y variables de resultados, se documentan impactos negativos del calor en el aprendizaje (Prentice et al. 2024).

¹ Diferentes estudios muestran que 0,20 desviación estándar es aproximadamente equivalente a los aprendizajes durante un año escolar (OCDE 2021; Evans y Yuan 2019).

- ▶ **Estudios en diversos países confirman los resultados de los estudios mundiales: cuantos más días de altas temperaturas, menos es el aprendizaje.** En Estados Unidos, cada día extremadamente caluroso (más de 37,8 °C) reduce el aprendizaje y el rendimiento en pruebas de aprendizaje en un 2,3% (Roach y Whitney 2021), en tanto que un aumento de 0,55 °C en la temperatura promedio durante el año escolar puede reducir el aprendizaje en un 1%. En las escuelas que disponen de aire acondicionado, en cambio, este efecto queda notablemente mitigado (Park et al. 2020), lo que indica que las temperaturas interiores de las aulas inciden en el aprendizaje. Un estudio realizado también en Estados Unidos sobre la base de datos longitudinales ha determinado que las variaciones térmicas de corto plazo también afectan al rendimiento escolar: un día caluroso (30–32 °C) se asocia con una caída de 0,12 desviaciones estándar de los puntajes obtenidos por los estudiantes en matemáticas respecto de un día templado (20–22 °C) (Graff Zivin, Hsiang y Neidell 2018). En Corea del Sur, cada día de más de 34 °C durante el verano previo a un examen reduce los puntajes de matemáticas e inglés en 0,0042 y 0,0064 desviaciones estándar respectivamente (Cho 2017). En India, diez días adicionales de temperaturas superiores a los 29 °C durante el año escolar provocan caídas de 0,03 y 0,02 desviaciones estándar en las pruebas de matemáticas y lectura respectivamente (Garg et al. 2020).
- ▶ **Las repercusiones negativas del calor sobre el aprendizaje también se observan cuando se analiza su impacto directo el mismo día del examen.** En Estados Unidos, Park (2022) estima que rendir un examen con una temperatura exterior de 32,2 °C genera una disminución del desempeño de aproximadamente 0,13 desviaciones estándar respecto de un examen rendido a 23,9 °C. Otro estudio realizado sobre estudiantes de primaria concluye que una disminución de 1 °C en la temperatura del aula se traduce en una mejora de entre 12 y 13 puntos en los resultados de pruebas estandarizadas (Haverinen-Shaughnessy y Shaughnessy 2015). También en China varios estudios confirman esta relación. Uno de ellos establece que rendir un examen con temperaturas superiores a los 32 °C —en comparación con un día entre 22 °C y 24 °C— reduce los puntajes de matemáticas en 0,066 desviaciones estándar (Zhang et al. 2024). Otro de estos estudios estima que un aumento de apenas 2 °C durante el examen reduce el puntaje total en un 0,68%, lo que supone 0,0583 desviaciones estándar (Graff Zivin et al. 2020). Es más, un tercer análisis asocia un incremento de apenas 0,55 °C con una pérdida de 0,006 desviaciones estándar, y concluye que este efecto es más severo en el caso de las mujeres y de los estudiantes de zonas rurales o pequeñas localidades (Vu 2022).
- ▶ **En América Latina, varios estudios han comenzado a documentar los efectos perjudiciales del calor extremo en los aprendizajes, en concordancia con la evidencia internacional.** En Brasil, los estudiantes que viven en el 10% de municipios más calurosos pierden aproximadamente un 1% de aprendizaje por año debido al calor, lo que equivale a entre 0,66 y 1,5 años de escolaridad acumulada (Schady et al., en Venegas Marín et al. 2024). En México, un aumento de 1 °C de la temperatura promedio anual se asocia con una reducción de 0,08 y 0,07 desviaciones estándar en los puntajes de matemáticas y español, respectivamente, con efectos más pronunciados en el caso de los estudiantes en situación de desventaja socioeconómica (Arceo-Gómez y López-Feldman 2024).
- ▶ **Los estudios realizados en América Latina y el Caribe son más incipientes, pero también indican que el calor registrado antes o durante el examen incide en los resultados, especialmente entre estudiantes con menos recursos.** En Chile, un aumento de la temperatura desde el rango de 15–21 °C hasta el rango de 24–27 °C se asocia con una reducción de hasta 0,045 desviaciones estándar en los puntajes del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) (Hume 2024). Otro análisis realizado en Chile con datos del SIMCE y la Prueba de Selección Universitaria (PSU) revela la incidencia negativa de las temperaturas elevadas el día del examen en los puntajes de matemáticas y, en menor medida, de ciencias e historia (Pérez 2018). En Costa Rica se han extraído conclusiones similares: tras reducirse la temperatura del aula de 30 °C a 25 °C se obtuvo una mejora de los resultados de las pruebas cognitivas (la velocidad aumentó hasta en un 7,5% y la precisión en

un 0,6% por cada grado centígrado perdido), con efectos más marcados entre los estudiantes de menor rendimiento académico (Porras-Salazar et al. 2018). Por último, en Colombia, un estudio del BID reveló que diez horas adicionales por encima de los 32 °C durante la semana previa al examen producen una disminución de 0,01 desviaciones estándar en los puntajes, disminución que alcanza 0,03 desviaciones estándar cuando las temperaturas superan los 35 °C. Estos efectos son más marcados en estudiantes de escuelas públicas y escuelas rurales, así como entre aquellos estudiantes que no cuentan con recursos como computadoras o internet, lo cual pone de relieve desigualdades en la exposición y capacidad frente al calor (Hoffmann et al. 2023).

Deserción y trayectorias escolares incompletas

- ▶ **Las altas temperaturas pueden provocar retrasos en la progresión escolar e incluso incrementar el abandono escolar.** En Estados Unidos, se ha documentado que las condiciones de calor extremo durante los exámenes reducen las probabilidades de terminar la enseñanza secundaria: un aumento en la temperatura promedio equivalente a una desviación estándar —es decir, unos 2,4 °C por encima de la media— durante el periodo de exámenes reduce en 4,5 puntos porcentuales la probabilidad de graduación oportuna (Park 2022). Se trata de un efecto considerable, teniendo en cuenta que la tasa promedio de graduación oportuna en Estados Unidos es del 68%. En Brasil, un aumento en la proporción de días de temperaturas superiores a 34 °C eleva la tasa de abandono escolar en un 5,1%, especialmente en escuelas públicas urbanas con infraestructura deficiente y acceso limitado a aire acondicionado (Costa y Goldemberg 2025).
- ▶ **Además, los efectos del calor sobre el aprendizaje y la permanencia escolar no son independientes, sino que se retroalimentan.** Evidencia recabada en diversos contextos revela que los estudiantes con peor desempeño tienen más probabilidades de abandonar la escuela. En países como Perú, Etiopía e India, los estudiantes que obtienen los mejores puntajes en las pruebas tienen hasta un 50% menos de probabilidades de dejar la escuela entre los 8 y los 12 años (Kaffenberger 2021). En el caso de América Latina, muchas familias optan por retirar a sus hijos de la escuela al percibir que no están aprendiendo lo suficiente, especialmente cuando los costos de la escolarización superan los beneficios esperados (Arias Ortiz et al. 2021; UNICEF 2023; CEPAL 2024). Así pues, el calor extremo puede desencadenar un círculo vicioso en el que la pérdida de aprendizajes y la interrupción de trayectorias educativas se refuerzan mutuamente. Este círculo vicioso agudiza las desigualdades y daña de forma duradera el desarrollo de los estudiantes más vulnerables.

Tiene consecuencias a lo largo de la vida

- ▶ **El impacto del calor extremo sobre la educación no termina en el aula: a largo plazo reduce los ingresos y las oportunidades de vida.** A escala mundial, más educación se asocia con mayores habilidades, mayor probabilidad de empleo formal y mejores salarios. En los países de la OCDE, el 61% de las personas de entre 25 y 34 años con un nivel educativo inferior a la secundaria superior están empleadas, frente al 79% de quienes la completaron. Por otro lado, quienes no llegaron a graduarse ganan, en promedio, un 18% menos (OCDE 2023; OCDE 2024). De acuerdo con estudios comparados, los ingresos aumentan en promedio un 9% por cada año adicional de educación, con variaciones

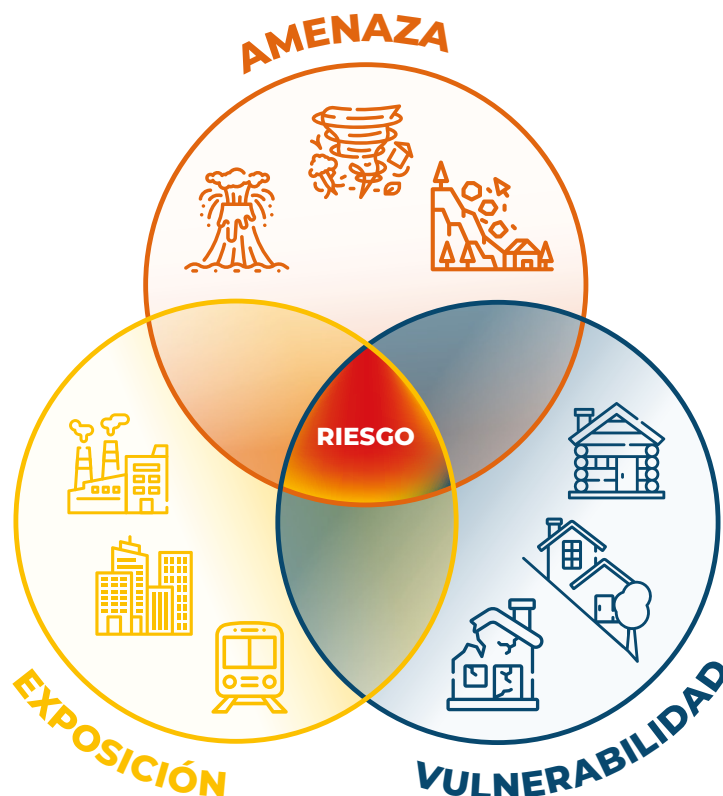
entre países: Perú (10,7%) y Brasil (15,7%) superan el promedio global, mientras que El Salvador (7,6%) y Ecuador (6,5%) muestran valores más modestos pero significativos (Psacharopoulos y Patrinos 2018; Montenegro y Patrinos 2014). Si se combinan estos datos con las conclusiones sobre los efectos del calor extremo sobre los aprendizajes anteriormente analizados (cada día con temperaturas superiores a los 26,7 °C se asocia con una reducción del 1% de los aprendizajes durante un año escolar (Park et al. 2021)), se observa que las pérdidas acumuladas de aprendizaje por calor extremo podrían traducirse en reducciones significativas de ingresos futuros. Por ejemplo, la exposición a 10 días con temperaturas por sobre los 26,7 °C adicionales cada año podría equivaler a 1,2 años menos de aprendizaje, llevando a pérdidas de ingresos cercanas al 11% en promedio, con oscilaciones de entre 8% y 19% según el país.²

- ▶ **Combatir el impacto del calor extremo en la educación tiene resultados positivos de largo plazo más allá de aumentos en los ingresos laborales.** La evidencia demuestra que, a más educación, menos delincuencia: un aumento de los años de estudio se traduce en una disminución del número de detenciones y encarcelamientos, así como en un aumento de los ingresos lícitos esperados (Lochner y Moretti 2004; revisión en Lochner 2007). También reduce el desempleo y la dependencia de asistencia pública, al mismo tiempo que mejora conductas de salud y compromiso cívico (Oreopoulos y Salvanes 2011). En América Latina, se ha demostrado que trayectorias educativas completas y habilidades socioemocionales adquiridas en la escuela forman parte de estrategias efectivas para reducir la violencia y otros factores de riesgo a lo largo del ciclo de vida (Chioda 2017). Además, la educación contribuye a la reducción de la pobreza y a la movilidad social intergeneracional (IIEP UNESCO y GEM 2017; Banco Mundial 2017; Neidhöfer Serrano y Gasparini, 2018). De esta manera, cuando el calor extremo reduce los aprendizajes o interrumpe trayectorias escolares, no solo compromete los ingresos futuros, sino que también restringe estos otros beneficios sociales y agrava las desigualdades y los costos en el largo plazo.
- ▶ **Por último, el calor extremo no solo reduce los aprendizajes en el presente, sino que debilita la capacidad adaptativa de las personas, lo que genera un círculo vicioso que perpetúa los efectos negativos.** La evidencia muestra que la educación es uno de los factores más relevantes para la adaptación: quienes tienen mayor nivel educativo planifican con más anticipación, responden mejor ante emergencias y se recuperan más rápido de desastres (Muttarak y Pothisiri 2013; Pichler y Striessnig 2013; Van der Land y Hummel 2013; Wamsler et al. 2012). En contextos urbanos de El Salvador y Brasil, por ejemplo, se ha concluido que la educación formal sirve para concienciar sobre los riesgos, el acceso y el uso de información, y está asociada a una mayor capacidad de implementar estrategias de reducción de riesgos (Wamsler et al. 2012). Además, la educación fomenta la innovación y la adopción de nuevas tecnologías, factores clave para la adaptación (Acemoglu et al. 2017; Aghion et al. 2023; Sabarwal et al. 2024). Este efecto se observa también en actividades productivas: en distintos países, una mayor escolaridad aumenta la probabilidad de que los agricultores diversifiquen cultivos, ajusten calendarios de siembra o adopten seguros agrícolas para enfrentar mejor los cambios en el clima (Deressa et al. 2009; Khan et al. 2020), favoreciendo su estabilidad laboral y su capacidad de asegurar ingresos sostenibles. Así, cuando el calor extremo erosiona los aprendizajes e interrumpe las trayectorias educativas, también reduce la capacidad de anticipar e impulsar soluciones, amplificando sus consecuencias negativas.

² Para estimar la pérdida de años de aprendizaje generada por calor extremo se realizó un análisis de sensibilidad basado en la evidencia de la literatura disponible. La pérdida de 1,2 años corresponde a un valor intermedio del rango, de acuerdo con el estudio más amplio de Park et al. (2021), que utiliza datos de PISA en múltiples países, incluidos países de América Latina y el Caribe. Además, se presupone un efecto no acumulativo, lo que hace que esta sea una estimación sólida y conservadora.

amenaza -en este caso los estudiantes, los docentes y las escuelas que se encuentran en las zonas amenazadas- y la vulnerabilidad, entendida como aquellas características que afectan la capacidad de respuesta y recuperación frente a los impactos de la amenaza -en este caso, factores como las condiciones físicas de las escuelas y la capacidad para planificar y ajustar procesos, tiempos y modalidades de enseñanza para reducir la exposición al calor extremo y garantizar la continuidad del aprendizaje (IPCC 2020; Barandiarán et al. 2019; Pal et al. 2023) (véase la figura 2.1).

Figura 2.1. Composición del riesgo



Fuente: Barandiarán et al. 2019.

- ▶ **Las zonas de riesgo son, por tanto, aquellos territorios en los que confluyen altos niveles de amenaza al calor extremo, gran concentración de población escolar expuesta y condiciones que limitan la capacidad de adaptación.** Esta combinación incrementa la probabilidad de que el calor interrumpa el aprendizaje, deteriore su calidad o comprometa la trayectoria educativa de los estudiantes. Por esta razón, las zonas de riesgo requieren una respuesta prioritaria, que permita orientar las estrategias de adaptación del servicio educativo y focalizar los esfuerzos allí donde las consecuencias del calor extremo sobre la educación puedan ser más graves.

Las zonas de riesgo del calor extremo para la educación de América Latina y el Caribe

La amenaza del calor extremo en América Latina y el Caribe

- ▶ **El análisis de la amenaza de calor extremo se centra en identificar los territorios que enfrentarán las olas de calor más severas.** El primer paso fue contabilizar los periodos de tres o más días consecutivos del calendario escolar⁴ en los que las temperaturas superaron de manera inusual los valores históricos de cada territorio. Sobre la base de esta información, y para identificar las zonas que soportarán condiciones térmicas más severas y prolongadas, se clasificaron los niveles de amenaza según la intensidad, duración y frecuencia de las olas de calor. La Tabla 2.1 resume estas características, incluyendo el número de olas de calor y los días totales afectados por año escolar y las temperaturas medias y máximas alcanzadas. Se trata de dimensiones relevantes porque una exposición sostenida y acumulada acentúa los efectos negativos del calor extremo en los resultados educativos. Comprender estas diferencias permite orientar las estrategias de adaptación a cada territorio. Los territorios clasificados en las categorías de amenaza alta o muy alta presentan temperaturas medias por encima del umbral crítico de 26,7 °C, a partir del cual se han documentado efectos negativos para el aprendizaje (Park et al. 2021), y constituyen el foco del análisis.

Tabla 2.1. Características de las olas de calor según el nivel de amenaza

Nivel de amenaza	Número de olas de calor promedio por año escolar	Temperatura media	Temperatura máxima	Duración promedio (días)	Días escolares afectados en promedio
Muy alta	14	> 28,5 °C	43,5 °C	10	80
Alta	13	26,7–28,5 °C	42,5 °C	10	70
Media	13	24,4–26,7 °C	42,5 °C	8	70
Baja	12	22,0–24,4 °C	39,5 °C	8	64
Muy baja	11	≤ 22,0 °C	38,5 °C	7	60

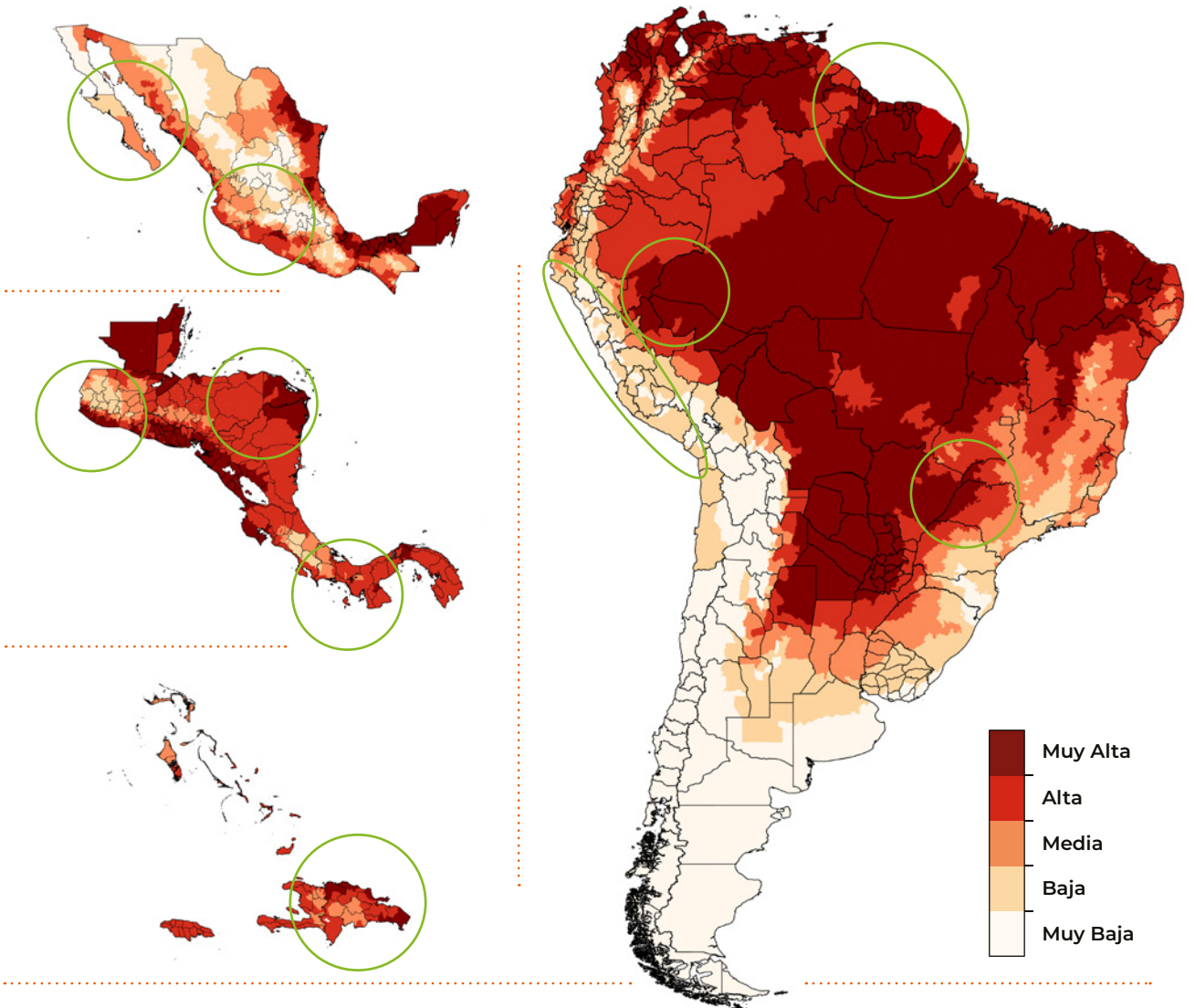
Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones de calor extremo bajo el escenario SSP3-7.0 (2026–2075).

- ▶ **El análisis trabajó con dos horizontes temporales para reflejar tanto la situación actual como la evolución futura de la amenaza.** Se usaron los registros de temperatura del periodo 2020–2025 para estimar la situación actual, y proyecciones para 2026–2075 bajo el escenario SSP3-7.0, que plantea un aumento sostenido de las temperaturas, a medio camino entre los escenarios más optimistas y los más pesimistas. El horizonte de 50 años se eligió porque coincide con la vida útil de la infraestructura escolar y la duración típica de las inversiones educativas de modo que las decisiones que se tomen hoy conserven su pertinencia en el futuro).

⁴ Según la definición del calendario escolar de cada país del Instituto de Estadística de la UNESCO.

► **Los registros actuales confirman que el calor extremo es un desafío hoy en día y esta situación se intensificará en las próximas décadas.** En gran parte de América Latina y el Caribe, la amenaza del calor extremo alcanzará niveles que podrían afectar gravemente los resultados educativos (Figura 2.2). En los próximos 50 años, América Central, el Caribe, Colombia, Venezuela y el norte de Brasil concentrarán el mayor número de municipios con niveles elevados de amenaza. En contraste, las zonas altoandinas y las regiones templadas del Cono Sur —como el centro-sur de Argentina, Chile y Uruguay— presentarán niveles bajos o muy bajos. Incluso en territorios con amenaza media o baja, algunas olas de calor podrían superar el umbral crítico de 26,7 °C y generar condiciones adversas para la enseñanza y el aprendizaje. Comparando con los niveles actuales de amenaza, en países como Brasil, Colombia, Guatemala, Jamaica, México y Panamá se prevé un crecimiento de las zonas consideradas de amenaza alta o muy alta como se destacan en los círculos de la figura, mientras que, en otros países como Belice, Barbados, Guyana, El Salvador, Surinam y Paraguay ya prácticamente todo el territorio soporta condiciones severas que se mantendrán en el futuro.

Figura 2.2. Mapa de la amenaza de calor extremo (olas de calor) para los sistemas educativos de América Latina y el Caribe bajo el escenario SSP3-7.0 para el periodo 2026-2075



Nota: Los territorios destacados con círculos son aquellos que presentan los mayores aumentos en la amenaza respecto de la situación actual.

Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones de temperatura bajo el escenario SSP3-7.0 (2026-2075).

- ▶ **Aunque los territorios bajo amenaza alta o muy alta comparten valores promedio similares, existen variaciones importantes en los patrones de amenaza dentro cada uno.** En el norte de Argentina, en las zonas con niveles de amenaza muy altos, se estima que las olas de calor serán cortas (tres días en promedio), pero alcanzarán temperaturas promedio de 29,7 °C y máximas de hasta 43,5 °C en diciembre, lo que aumenta la probabilidad de que coincidan con los exámenes o evaluaciones finales. En cambio, en las zonas de amenaza muy alta en la Amazonía brasileña, los eventos presentarán temperaturas promedio similares y temperaturas máximas un poco menores (41,5°C), pero se prolongarán por más tiempo -hasta 10 días. Estas diferencias ponen de relieve que, incluso dentro de una misma categoría de amenaza, que el calor extremo no se manifiesta de manera uniforme. De ahí la importancia de contar con datos desagregados y estudios locales que precisen estas condiciones en cada territorio para diseñar intervenciones que respondan a las especificidades locales.

La exposición de la educación a la amenaza del calor extremo

- ▶ **La exposición mide cuántos actores y espacios del sistema educativo se encuentran en territorios amenazados por fenómenos de calor extremo.** Se superpusieron datos climáticos — que identifican los municipios que presentan una amenaza alta o muy alta— con datos educativos sobre escuelas, estudiantes y docentes. Esta aproximación permite dimensionar la magnitud del desafío: cuántos centros educativos y personas podrían enfrentar condiciones térmicas adversas durante el calendario escolar, y en qué lugares se concentran los riesgos. La información⁵ incluía la localización de escuelas de los niveles inicial, primario, medio y secundario, así como el número de matrículas estudiantiles y de docentes, consolidados a nivel municipal. Si bien la cobertura en la mayoría de los países, persisten lagunas en la información sobre algunos territorios, por lo que los resultados deben interpretarse como estimaciones mínimas de la exposición real al calor extremo.
- ▶ **Una parte importante de los sistemas educativos ya está expuesta al calor extremo, situación que tenderá a agravarse en las próximas décadas.** Según las temperaturas registradas en los últimos cinco años (2020–2025), casi 300.000 escuelas (36%), 27 millones de estudiantes (30%) y más de un millón de docentes (30%) se encuentran en territorios con niveles altos o muy altos de amenaza por olas de calor. Las proyecciones para los próximos 50 años indican que esta situación se intensificará: más de 357.000 escuelas (40%) 33,6 millones de estudiantes (35%) y 1,26 millones de docentes (35%) de la región están expuestos a niveles altos o muy altos de amenaza por calor extremo.
- ▶ **Detrás de estos promedios regionales se esconden marcadas diferencias entre países.** En los próximos 50 años, Brasil, México, Argentina y Colombia concentrarán la mayor cantidad de escuelas, estudiantes y docentes expuestos al calor extremo: en conjunto más de 234.000 escuelas, 39 millones de estudiantes y 2,9 millones de docentes (Tabla 2.2). Si bien en estos países el porcentaje de escuelas expuestas oscila entre el 21% (Argentina) y el 59% (Brasil), la magnitud de la exposición se explica por el gran tamaño de sus sistemas educativos. En cambio, en Belice, Barbados, Guyana, Jamaica, Paraguay, El Salvador y Surinam el 100% de sus escuelas se ubican en zonas con un nivel de amenaza alto o muy alto afectando toda su infraestructura y toda su población escolar. Este contraste revela dos realidades distintas: si bien los países más grandes presentan una alta exposición en términos absolutos, son los países con una exposición total los que se enfrentan a un problema sistémico comprometiendo a todo su sistema educativo.

⁵ Proveniente de la base de datos del Centro de Información para la Mejora de los Aprendizajes (CIMA), que recopila información de los ministerios de educación de la región.

Tabla 2.2. Exposición del sistema educativo a una amenaza alta o muy alta por calor extremo bajo el escenario SSP3-7.0 para el periodo 2026-2075

País	Escuelas		Estudiantes		Docentes	
	N°	% con respecto al total escuelas del país	N°	% con respecto al total estudiantes del país	N°	% con respecto al total de docentes del país
Argentina	2.537	5%	267.310	3%	21.087	3%
Barbados	33	26%	10.153	26%	n.d	n.d
Belice	349	54%	48.563	53%	2.536	53%
Bolivia	6.748	19%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Brasil	77.419	35%	7.604.380	24%	397.643	24%
Colombia	21.551	23%	1.514.066	21%	62.050	21%
Costa Rica	1.245	15%	101.402	12%	n.d.	n.d.
Ecuador	4.060	12%	251.818	8%	n.d.	n.d.
El Salvador	3.525	33%	304.389	33%	n.d.	n.d.
Guatemala	7.871	21%	605.456	18%	n.d.	n.d.
Guyana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Honduras	22.654	62%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Jamaica	228	20%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
México	29.413	15%	2.681.119	11%	109.510	11%
Panamá	2.522	44%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Perú	4.660	6%	339.932	5%	n.d.	n.d.
Paraguay	4.705	27%	417.614	21%	n.d.	n.d.
República Dominicana	5.861	36%	996.454	34%	n.d.	n.d.
Surinam	155	28%	30.441	26%	2.747	26%
Total	195.536	23%	15.173.097	16%	595.573	17%

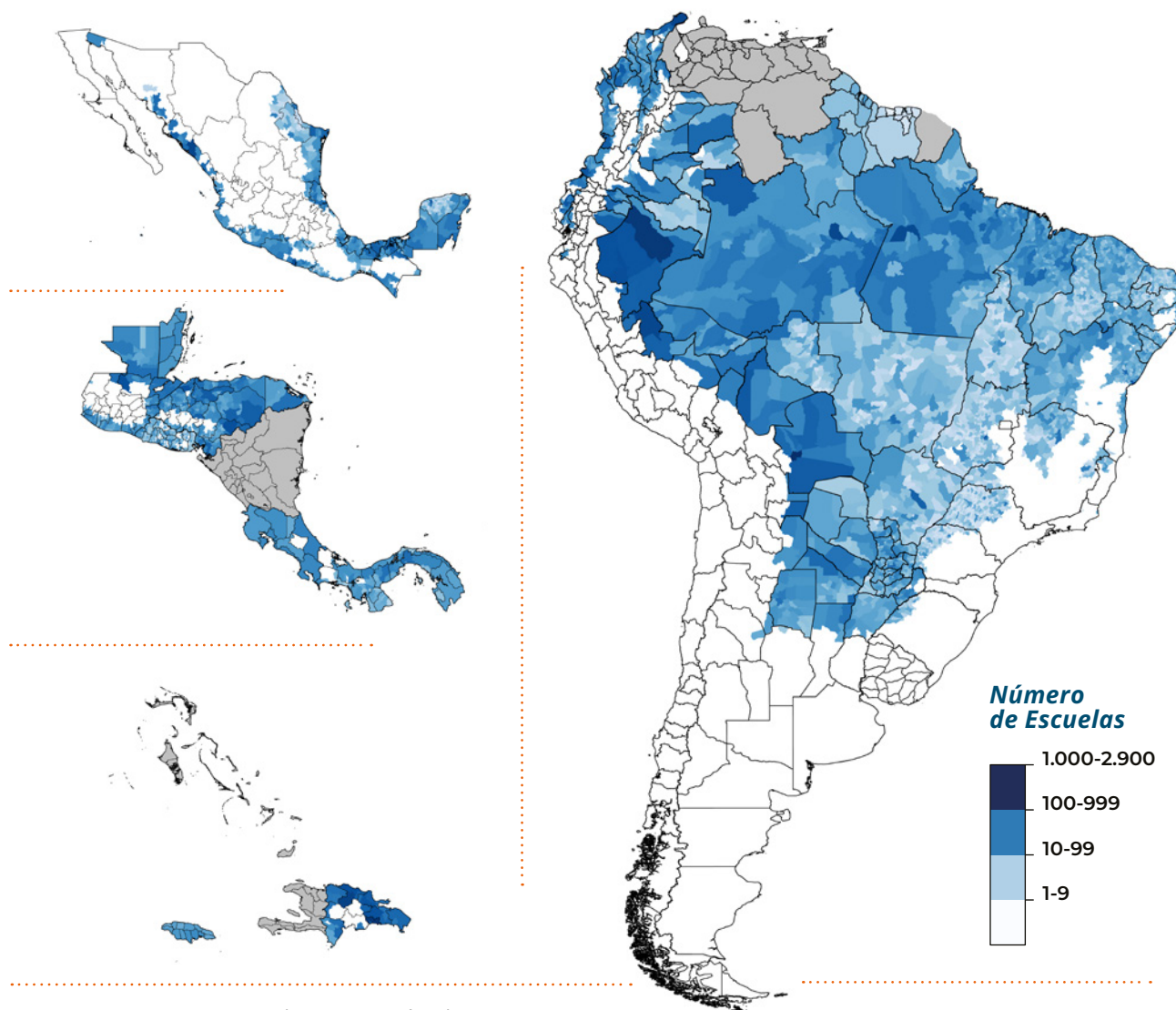
Fuente: Elaboración propia.

► **El análisis también nos permite ilustrar la concentración de la exposición a la amenaza por calor extremo dentro de los países.** En Bolivia y Perú, la exposición está localizada: unos pocos municipios concentran gran parte de las escuelas expuestas (Figura 2.3). En Perú, tres municipios concentran el 43% de las escuelas, dos de ellos con más de 1.000 escuelas cada uno, mientras que en Bolivia un solo municipio, que contabiliza 2.134 escuelas, concentra más del 20% de las escuelas expuestas del país.⁶ En Barbados, Guyana, Jamaica y República Dominicana, en cambio, casi todo el territorio

⁶ Maynas, Alto Amazonas y Coronel Portillo en Perú y Andrés Ibáñez en Bolivia.

está expuesto a amenazas altas o muy altas y la heterogeneidad observada es por la distribución de las escuelas. En República Dominicana, por ejemplo, dos municipios, que cuentan con 1.759 y 1.227 escuelas, concentran el 32% de las escuelas expuestas del país, mientras que, en Belice, donde todas las escuelas se consideran expuestas, el grado de exposición se reparte de manera más homogénea entre los seis municipios del país. Finalmente, en países grandes como Brasil, México y Colombia la exposición está dispersa: aunque hay municipios con más de 1.000 escuelas expuestas, el tamaño y la amplitud territorial de sus sistemas educativos impide la formación de núcleos muy concentrados.

Figura 2.3. Número de escuelas expuestas a una amenaza alta o muy alta por calor extremo (olas de calor) bajo el escenario SSP3-7.0 para el periodo 2026-2075



Nota: Las regiones en gris indican exposición alta o muy alta a olas de calor sin información sobre el número de escuelas.

Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones de temperatura bajo el escenario SSP3-7.0 (2026-2075).

► **Reconocer la ubicación y las características de estos núcleos permite focalizar el análisis y orientar con mayor precisión las medidas de adaptación.** Sin embargo, la exposición por sí sola no refleja el riesgo completo, que también depende de la vulnerabilidad al calor de las comunidades escolares y de su capacidad de respuesta frente al fenómeno del calor extremo. Por esa razón, en la próxima sección incluye un análisis de la vulnerabilidad al calor extremo, que permite identificar las zonas de riesgo.

Las zonas más vulnerables y en riesgo al calor extremo para la educación

- ▶ **Factores como la calidad de la infraestructura y el acceso a servicios básicos influyen en la capacidad de los sistemas educativos para responder a las temperaturas elevadas.** Sin embargo, la mayoría de los países de la región no dispone de datos territoriales sistemáticos sobre estos factores. Para subsanar esta limitación, se utilizó la tasa de pobreza municipal como indicador indirecto de la vulnerabilidad del sistema educativo al calor extremo, dado que la evidencia relaciona la pobreza de la zona con peores niveles de calidad de la infraestructura y de acceso a recursos básicos: en América Latina, el 82% de los estudiantes de hogares con mayores ingresos asiste a escuelas con acceso adecuado a agua y saneamiento, mientras que el 30% de los estudiantes de los hogares más pobres cuenta con estas condiciones (Duarte et al. 2013; Duarte et al. 2017).
- ▶ **Para identificar las zonas de riesgo, el análisis incorporó la dimensión de vulnerabilidad al calor extremo tomando como referencia la tasa de pobreza municipal.** Se partió de la premisa de que la proporción de escuelas, estudiantes y docentes vulnerables, o con menor capacidad de respuesta, de cada municipio corresponde a la tasa de pobreza local. En la práctica, se multiplicó el número de escuelas, estudiantes y docentes expuestos a niveles altos o muy altos de calor extremo por esa tasa. Por ejemplo, si en un municipio con alta exposición hay 100 escuelas y la pobreza es del 20%, se estimó que 20 de ellas son vulnerables. Este procedimiento permite identificar los territorios en los que la elevada exposición al calor coincide con una baja capacidad de respuesta, sin necesidad de clasificar a cada escuela de manera individual. De esta forma, se obtiene una primera aproximación territorial de las zonas educativas en riesgo, lo que permite detectar aquellas comunidades que más apoyo necesitan para adaptarse.
- ▶ **En América Latina y el Caribe, los territorios en los que coinciden un alto nivel de exposición y una baja capacidad de respuesta constituyen zonas de riesgo para la educación, y se prevé que su magnitud crezca a lo largo de las próximas décadas.** Actualmente, en América Latina y el Caribe, más de 160.000 escuelas (19%), más de 12 millones de estudiantes (13%) y más de medio millón de docentes (14%) están expuestos y son vulnerables al calor extremo. Para 2075, estas cifras podrían superar las 195.000 escuelas (23%), los 15 millones de estudiantes (16%) y los 590.000 docentes (16%).
- ▶ **Brasil, México y Colombia concentran el 65% de las escuelas y el 77% de los estudiantes en zona de riesgo al calor extremo en la región.** Para el periodo 2026-2075, estos tres países suman más de 128.000 escuelas y 11,8 millones de estudiantes en territorios de riesgo caracterizados por un nivel alto o muy alto de amenaza y un nivel bajo de capacidad de respuesta (Tabla 2.3). Esta concentración se explica por el tamaño de sus sistemas educativos que a pesar solo representar entre el 11% y el 35% de las escuelas y estudiantes de su país, concentran la mayor parte de las escuelas y los estudiantes en riesgo a nivel regional. Por otro lado, Honduras y Belice presentan los porcentajes más altos de escuelas situadas en zonas de riesgo como porcentaje del total nacional—62% y 54% respectivamente— debido a la combinación de una alta exposición y altos niveles de vulnerabilidad, sin embargo, no representan un porcentaje muy grande a nivel regional. Este contraste evidencia perfiles de riesgo distintos: los países grandes concentran más actores educativos en situación de riesgo en términos absolutos en un número acotado de municipios, mientras que los países más pequeños tienen una gran proporción de sus municipios con alto riesgo que compromete a gran parte de su sistema educativo.

Tabla 2.3. Número total de escuelas, estudiantes y docentes expuestos a una amenaza alta o muy alta por calor extremo (olas de calor) y con baja capacidad de adaptación al calor extremo bajo el escenario SSP3-7.0 para el periodo 2026-2075

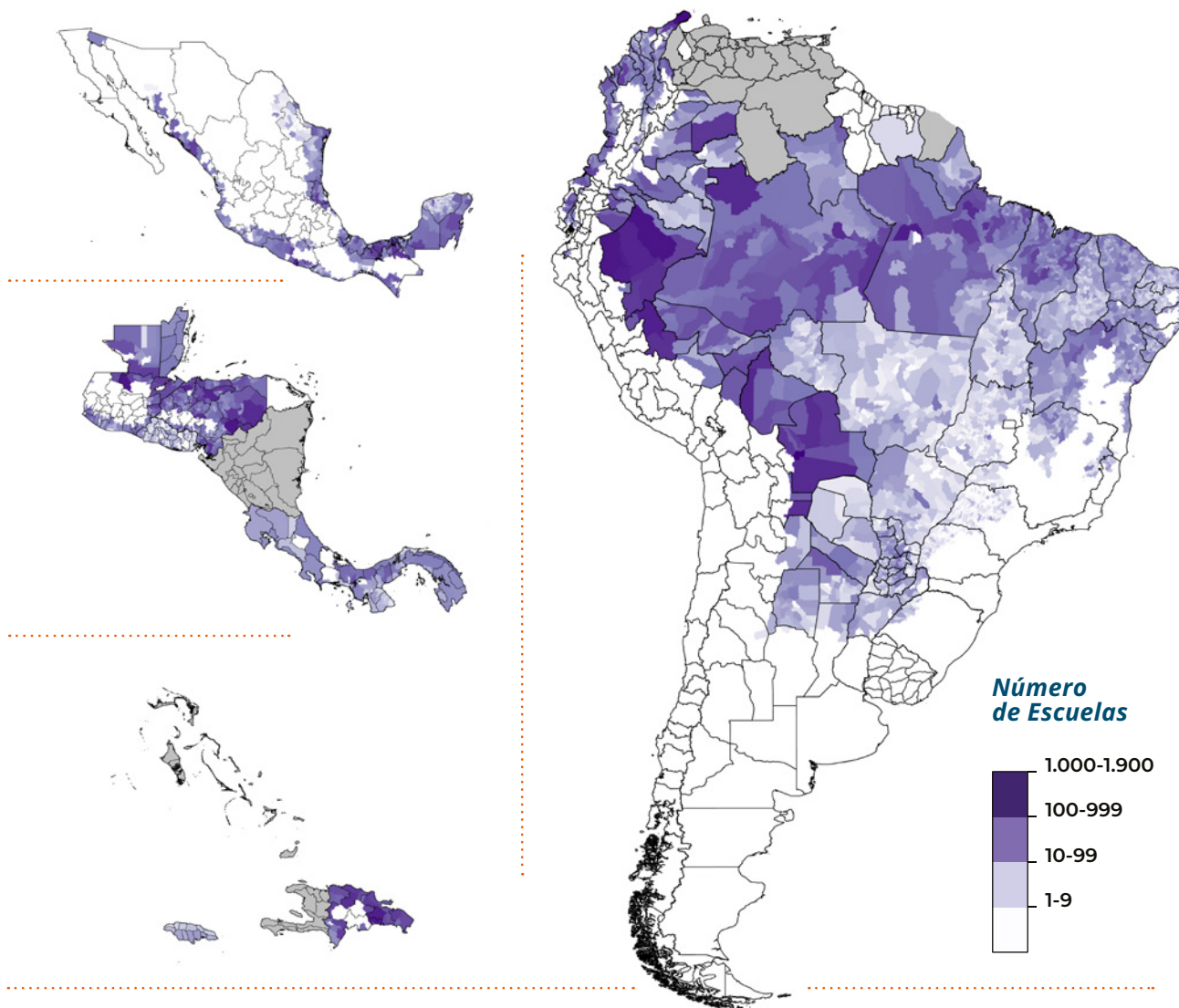
País	Escuelas		Estudiantes		Docentes	
	N°	% con respecto al total escuelas del país	N°	% con respecto al total estudiantes del país	N°	% con respecto al total de docentes del país
Argentina	2.537	5%	267.310	3%	21.087	3%
Barbados	33	26%	10.153	26%	n.d	n.d
Belice	349	54%	48.563	53%	2.536	53%
Bolivia	6.748	19%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Brasil	77.419	35%	7.604.380	24%	397.643	24%
Colombia	21.551	23%	1.514.066	21%	62.050	21%
Costa Rica	1.245	15%	101.402	12%	n.d.	n.d.
Ecuador	4.060	12%	251.818	8%	n.d.	n.d.
El Salvador	3.525	33%	304.389	33%	n.d.	n.d.
Guatemala	7.871	21%	605.456	18%	n.d.	n.d.
Guyana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Honduras	22.654	62%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Jamaica	228	20%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
México	29.413	15%	2.681.119	11%	109.510	11%
Panamá	2.522	44%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Perú	4.660	6%	339.932	5%	n.d.	n.d.
Paraguay	4.705	27%	417.614	21%	n.d.	n.d.
República Dominicana	5.861	36%	996.454	34%	n.d.	n.d.
Surinam	155	28%	30.441	26%	2.747	26%
Total	195.536	23%	15.173.097	16%	595.573	17%

Fuente: Elaboración propia.

- **Las zonas de riesgo presentan patrones similares a los de la exposición a una amenaza alta o muy alta, aunque con diferencias de magnitud y proporción.** En términos absolutos, los diez municipios con mayor número de escuelas expuestas y con menor capacidad de adaptación se ubican en Bolivia (1), Colombia (1), Perú (3), Guatemala (1), Honduras (1), República Dominicana (2) y Brasil (1) (Figura 2.4). En relación con el total de escuelas expuestas y vulnerables de sus países, 17 municipios concentran más del 10% de total de escuelas en zonas de riesgo: seis municipios en Belice (100% del total nacional); cinco en Perú (62%); cuatro en Jamaica (49%); y uno en Bolivia (16%) y en República Dominicana (10%) Esta coincidencia refuerza la existencia de perfiles de riesgo distintos, destacando la

importancia de priorizar intervenciones en estas zonas, adaptando las respuestas a las características del riesgo en cada país y territorio.

Figura 2.4. Concentración de escuelas ubicadas en municipios con una amenaza alta o muy alta (olas de calor) y con baja capacidad de adaptación al calor extremo bajo el escenario SSP3-7.0 para el periodo 2026-2075



Nota: Las regiones en gris indican una exposición alta o muy alta a olas de calor sin información sobre el número de escuelas.

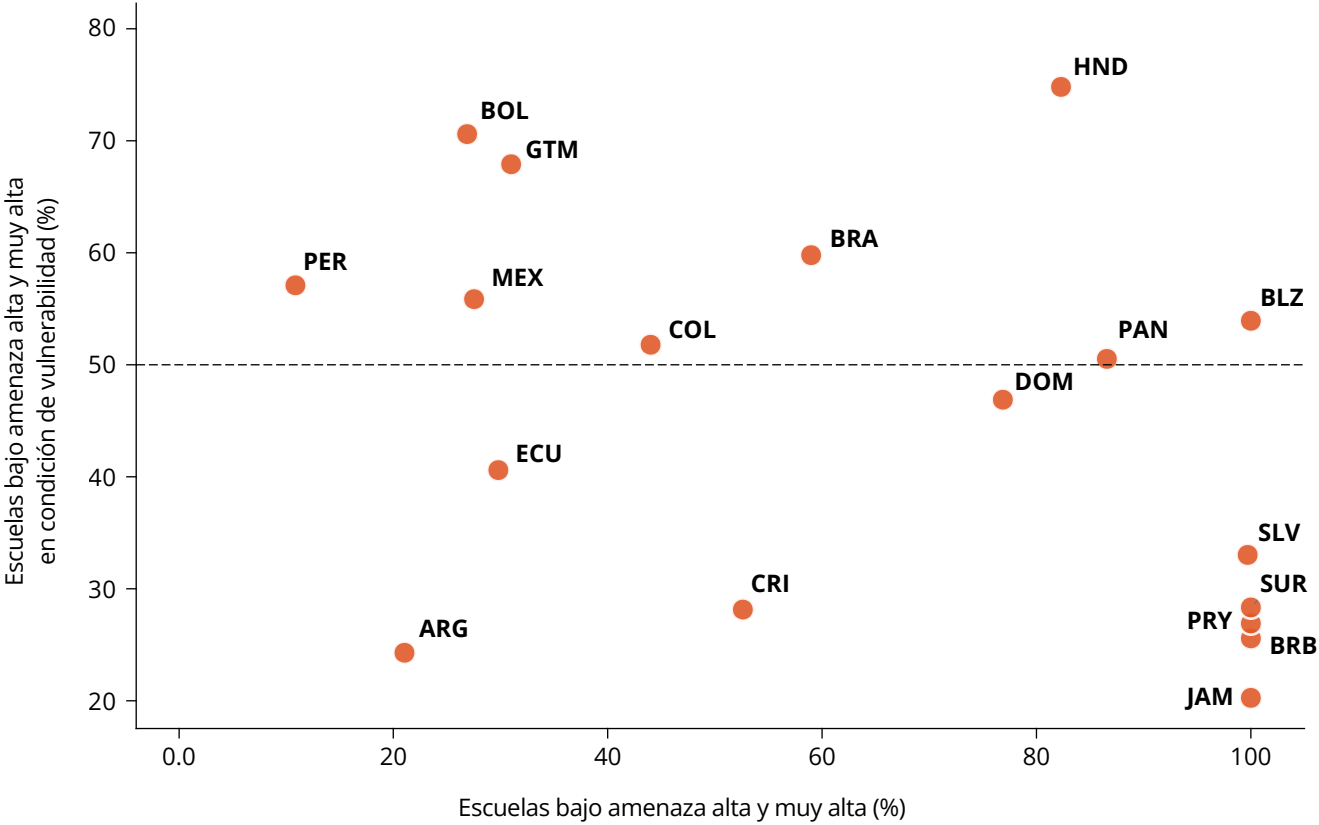
Fuente: Elaboración propia a partir de e proyecciones de temperatura bajo el escenario SSP3-7.0 (2026-2075).

► **En resumen, los perfiles de riesgo educativo por calor extremo de cada país dependen de su exposición al calor extremo y su capacidad de adaptación.** Países como Belice, Brasil y Honduras reflejan el escenario más crítico, con más de la mitad de las escuelas con alta exposición y alto riesgo (mayor exposición y baja capacidad de adaptación) (Figura 2.5). Mientras tanto, países como Barbados, Jamaica, Paraguay, El Salvador y Surinam, muestran un nivel alto de exposición, pero menor riesgo

7 Belize, Cayo, Corozal, Orange Walk, Stann Creek y Toledo en Belice, Maynas, Alto Amazonas, Loreto, Datem del Marañón y Coronel Portillo en Perú, Saint Catherine, Clarendon, Saint Andrew y Saint Elizabeth en Jamaica, Andrés Ibáñez en Bolivia y Santo Domingo en República Dominicana.

debido a su mayor capacidad de adaptación aproximada en este estudio por el nivel de pobreza de los municipios expuestos al calor extremo. Por otro lado, hay países con menor exposición, pero mayor capacidad de adaptación, como Perú y Bolivia. Finalmente, países como Argentina y Ecuador, tienen baja exposición y alta capacidad de adaptación, por lo que el riesgo potencial es menor y localizado.

Figura 2.5. Riesgo y exposición: porcentaje de escuelas bajo amenaza alta y muy alta por calor extremo comparado con el porcentaje de esas escuelas en situación de vulnerabilidad para el periodo 2026-2075.



Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones de temperatura bajo el escenario SSP3-7.0 (2026-2075) y de la tasa de pobreza de cada país.

► **Los mapas presentados ofrecen una base sólida para priorizar intervenciones.** El siguiente paso es llevar este análisis al nivel nacional y subnacional, incorporando datos específicos sobre la amenaza, la exposición y la capacidad de respuesta de las comunidades educativas. Con esta evidencia, los países podrán diseñar medidas pertinentes, costo-efectivas y sostenibles para proteger el aprendizaje y la continuidad escolar frente al aumento de las temperaturas extremas.

El costo económico de la inacción

- Aunque solo una fracción de las escuelas y estudiantes de la región se encuentran expuestos y son vulnerables a los efectos del calor extremo, las consecuencias de la inacción pueden generar costos significativos. La evidencia internacional muestra que cada día adicional con temperaturas por encima de 26,7 °C reduce los aprendizajes en un 1% en promedio (Park et al. 2021). Si consideramos, por ejemplo, un escenario de diez días de calor extremo por año lectivo, los estudiantes expuestos perderían en torno a 1,2 años de aprendizaje a lo largo de su trayectoria escolar, con una caída estimada del 11% de sus ingresos laborales futuros (Psacharopoulos y Patrinos 2018). Partiendo de estos supuestos, se estimaron las pérdidas de ingresos futuros para cada país, combinando datos de exposición, retorno económico de la educación y salarios promedio (véase la Tabla 2.4). Los resultados sugieren que la inacción ya representa pérdidas cercanas a US\$ 19.000 millones PPP anuales en la actualidad, y que hacia 2075 podrían superar los US\$ 22.000 millones PPP anuales. Estos montos ilustran el alto costo de la inacción y refuerzan la necesidad de invertir desde hoy en medidas de resiliencia educativa frente al calor extremo.

Tabla 2.4. Pérdida de ingresos anual estimada por menores aprendizajes de estudiantes expuestos y vulnerables a 10 días de calor extremo: situación actual y 2026-2075 (US\$ PPP)

País	Retorno por año escolar	Salario promedio en US\$ PPP anual	Situación actual		2026-2075	
			Nº de estudiantes expuestos vulnerables	Pérdida de ingresos anual para todos los estudiantes expuestos vulnerables	Nº de estudiantes expuestos vulnerables	Pérdida de ingresos anual para todos los estudiantes expuestos vulnerables
Argentina	11%	13260	252.554	442.050.317	267.310	467.878.039
Belice	9%	6060	48.563	31.783.512	48.563	31.783.512
Brasil	15,70%	9876	6.935.083	12.903.681.737	7.604.380	14.149.001.436
Barbados	9%	6060	10.153	6.644.935	10.153	6.644.935
Colombia	11,30%	8496	1.261.680	1.453.528.033	1.514.066	1.744.291.242
Costa Rica	8,50%	11604	101.402	120.020.218	101.402	120.020.218
Ecuador	6,50%	7716	111.171	66.908.044	251.818	151.556.160
El Salvador	7,60%	6576	295.659	177.315.927	304.389	182.551.580
Guatemala	11,20%	6060	319.244	260.012.745	605.456	493.122.116
México	13,20%	7860	1.963.056	2.444.051.833	2.681.119	3.338.057.502
Perú	10,70%	6060	325.766	253.479.828	339.932	264.502.449
Paraguay	11,60%	8208	417.614	477.146.379	417.614	477.146.379
R. Dominicana	9%	7284	400.167	314.800.174	996.454	783.882.461
Surinam	9%	6060	30.441	19.923.026	30.441	19.923.026

Fuente: Elaboración propia basada en datos de Park et al. (2021), Psacharopoulos y Patrinos (2018), y CEDLAS (2022), donde los valores faltantes fueron imputados con el menor disponible de la muestra.

SECCIÓN II.

Aumentar la resiliencia de la educación frente al calor extremo

- ▶ **Una vez identificado el riesgo que el calor extremo representa para el aprendizaje, es necesario definir acciones para reducirlo.** Esta sección reúne las principales líneas de acción que los sistemas educativos pueden seguir para proteger tanto a los estudiantes como a los docentes, asegurar la continuidad de las clases y minimizar las pérdidas de aprendizaje frente a altas temperaturas.
- ▶ **Existen dos líneas de intervención diferentes pero complementarias para fortalecer la resiliencia de los servicios educativos frente al calor extremo: infraestructura escolar que garantice condiciones térmicas adecuadas para el aprendizaje, y servicios educativos que se adapten a las condiciones ambientales.** Contar con una infraestructura resiliente ayuda a mantener las escuelas abiertas y a reducir el ausentismo, mejora las condiciones de trabajo de los docentes y ofrece a los estudiantes ambientes seguros que facilitan el aprendizaje. Los servicios educativos con capacidad de adaptación complementan este esfuerzo: establecer calendarios escolares flexibles permite reducir la exposición al calor extremo en los momentos más agudos, y la educación a distancia garantiza la continuidad del aprendizaje cuando las condiciones extremas impiden la asistencia presencial. Ambas áreas de intervención requieren una planificación basada en datos empíricos sobre el clima, la exposición y la vulnerabilidad. En conjunto, estas medidas conforman una estrategia integral de resiliencia del sistema educativo, que combina medidas de corto plazo con inversiones sostenibles a largo plazo.



Capítulo 3.

● ● ● **Cómo la infraestructura escolar fortalece la resiliencia al calor extremo**

- ▶ **Para mantener las escuelas abiertas y garantizar condiciones de enseñanza y aprendizaje adecuadas en las aulas durante los periodos de temperaturas extremas, la primera línea de defensa es contar con una infraestructura escolar resiliente.** Disponer de edificaciones escolares planificadas, diseñadas, construidas y operadas intencionalmente para afrontar los efectos de las altas temperaturas permite asegurar el confort térmico dentro en las aulas y garantizar la continuidad del aprendizaje incluso durante las olas de calor (Fischel et al. 2023). Su diseño arquitectónico y su equipamiento deben ser adecuados para enfrentar el calor y deben contar con servicios básicos confiables y de calidad, como agua y electricidad, que permitan mantener el funcionamiento de los servicios educativos en condiciones de seguridad.

Estrategias de infraestructura escolar que generan confort térmico en el aula

- ▶ **Hay dos tipos de estrategias edilicias que permiten reducir las temperaturas en el aula. Las estrategias pasivas buscan procurar confort térmico en el aula a través de un diseño que considera las características del entorno y minimizan el consumo de energía durante las actividades escolares.** En edificaciones nuevas, las estrategias pasivas buscan priorizar terrenos con mayor cobertura vegetal, orientar adecuadamente el edificio para reducir la exposición solar directa, favorecer la ventilación natural cruzada mediante aberturas en techos y muros, incorporar techos altos que permitan la acumulación del aire caliente en la parte superior y usar materiales con buena regulación de temperatura, como el concreto, el adobe o los bloques de arcilla. Tanto en el caso de las edificaciones preexistentes como en el de los edificios nuevos, se suman una serie de medidas pasivas adicionales, como la instalación de protecciones solares en las fachadas (mediante aleros o parasoles), el uso de pinturas reflectantes, el aislamiento térmico de techos y paredes, la instalación de películas low-e (vidrios polarizados), el diseño de patios con vegetación que proporcionen sombra natural y la construcción de techos o muros verdes. Además de reducir las temperaturas en las aulas, la incorporación de árboles y jardines ayuda a reducir la isla de calor urbana, que eleva las temperaturas en las ciudades respecto a su entorno natural. (Talbot-Wright y Vogt-Schilb, 2023). Como muchas escuelas están en zonas urbanas, estas medidas generan beneficios directos a las comunidades educativas.
- ▶ **Las estrategias activas incorporan equipamiento y tecnologías con diversos niveles de consumo de energía para complementar estrategias pasivas y generar confort térmico en zonas climáticas de mayor calor.** Las estrategias activas incluyen el uso de ventiladores, extractores que expulsan el aire caliente del interior hacia el exterior, persianas motorizadas, bombas de calor que transfieren el calor hacia el exterior, chimeneas solares que aprovechan el ascenso natural del aire caliente

para su extracción, pozos canadienses que utilizan la temperatura del subsuelo para enfriar el aire exterior, sistemas radiantes que distribuyen agua fría por tuberías dentro del edificio y sistemas de aire acondicionado eficientes. Si bien todas estas estrategias implican un consumo energético adicional, particularmente en el caso del aire acondicionado, resultan necesarias y son efectivas para generar confort térmico en las aulas situadas en zonas climáticas de extremo calor, siempre en combinación con estrategias pasivas. Para minimizar su consumo energético, pueden complementarse con fuentes de energía renovables, como paneles solares, que reduzcan su impacto ambiental, especialmente en contextos en los que la matriz eléctrica no es completamente limpia. Adicionalmente, el uso de energía fotovoltaica puede permitir que la escuela disponga de una fuente de energía constante frente a otras amenazas climáticas, como los huracanes, en aras de una mayor resiliencia del servicio educativo.

- ▶ **Garantizar la efectividad de estas estrategias de confort térmico requiere llevar a cabo un mantenimiento regular y capacitar a la comunidad educativa en su uso.** Debe contemplarse la capacitación de todos los usuarios (estudiantes, docentes y directivos) y operadores de la infraestructura para extender la vida útil del edificio y optimizar de costos de operación. Esta capacitación incluye campañas de sensibilización que promuevan comportamientos sostenibles —como cerrar ventanas al usar aire acondicionado o bien abrirlas para lograr una ventilación cruzada—, así como la elaboración y la difusión de manuales de uso y operación. A todo ello hay que sumar la medición regular del consumo energético y del confort ambiental, junto con el mantenimiento preventivo y correctivo, que garantizan la continuidad del servicio y prolongan la vida útil de las soluciones instaladas.

Ejemplos de estrategias de adaptación de la infraestructura escolar al calor en América Latina y el Caribe

Techos verdes y diseño bioclimático en México

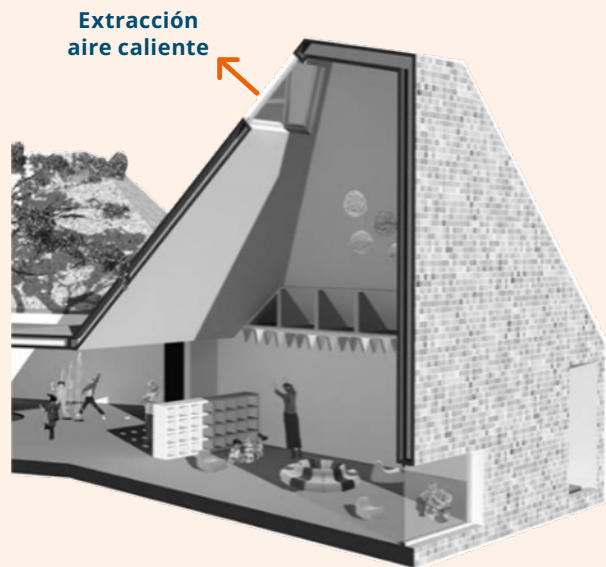
La Prepa UMA integra un diseño bioclimático que regula la temperatura interior mediante el uso de techos verdes que están cubiertos de vegetación. Sus instalaciones incluyen además materiales sostenibles —bloques de tierra comprimida y madera—, sistemas de captación y tratamiento de agua y generación de energía solar, lo que refuerza su resiliencia frente al calor extremo. Este edificio escolar fue galardonado en el concurso Mentas en Verde, del BID y Socialab, como uno de los programas más innovadores en materia de resiliencia y sostenibilidad en la región.



Fuente: [Prepa UMA, sitio web oficial.](#)

Ventilación natural mediante chimeneas solares en Colombia

El Jardín Infantil Timayui y La Paz cuenta con un diseño bioclimático que permite reducir entre 6 y 10 °C la temperatura interior en las horas más cálidas gracias a sistemas de ventilación cruzada y lucernarios que funcionan como chimeneas solares. Esta estrategia permitió prescindir del aire acondicionado en un contexto de altas temperaturas y recursos limitados. El proyecto fue destacado en un catálogo del BID como una de las experiencias más innovadoras de infraestructura escolar en América Latina y el Caribe por su capacidad de generar condiciones de confort térmico sostenibles.



Fuente: Bos, Schwartz y Licheri (2018) y Huellas de Arquitectura (2013)

Jardines verticales en Belice

El STEAM Lab School en Belice cuenta con un sistema de jardín vertical en su fachada, que actúa como aislante natural y regula la temperatura interior. Esta estrategia reduce la exposición directa al sol en un entorno en el que las temperaturas superan los 30 °C, y contribuye así al confort térmico y a la sostenibilidad del edificio. La escuela fue financiada a través de un préstamo del BID.



Fuente: BID.

Efectividad, costo e impacto ambiental de las estrategias

- ▶ **A la hora de seleccionar las estrategias de confort térmico más adecuadas hay que tener en cuenta la zona climática en la que se encuentre la escuela, priorizar medidas pasivas y apuntar a generar el menor costo económico y ambiental posible.** El punto de partida es analizar el clima local y la exposición térmica de cada establecimiento educativo para determinar cuán efectivas pueden ser las estrategias para reducir la temperatura del aula. Es importante integrar primero las medidas pasivas, que logran mejorar el funcionamiento y el confort del edificio sin consumir energía. Estas medidas pueden incluso mantener temperaturas interiores por debajo de la temperatura exterior, aunque no con la misma contundencia que las estrategias activas. Si por las condiciones climáticas no se logra reducir la temperatura en el aula, se deben complementar las estrategias pasivas con otras activas, procurando siempre minimizar el consumo energético y sus impactos ambientales.
- ▶ **La efectividad de las diferentes estrategias de reducción de la temperatura varía significativamente entre ellas.** Las estrategias pasivas logran reducciones de hasta 9°C, mientras que estrategias activas permiten descensos mucho mayores, de hasta 20°C (Tabla 3.1, columna 1). Ejemplos empíricos permiten ilustrar esta diversidad de resultados: en Texas, la sombra de los árboles redujo la temperatura máxima diaria de 45,1 °C a 39,7 °C en un patio escolar (Lanza et al. 2021); y en Costa Rica, el uso de aire acondicionado bajó la temperatura del aula de 30 °C a 25 °C, mejorando el desempeño cognitivo de los estudiantes, especialmente de aquellos con menor rendimiento académico (Porrás-Salazar et al. 2018). La efectividad de estas medidas se ha documentado en distintos entornos y zonas climáticas, por lo que toda comparación entre entornos específicos debe tomarse con cautela. Aun así, la evidencia presentada ofrece una referencia útil sobre su potencial de reducción térmica. Asimismo, es importante considerar que los efectos de estas estrategias se complementan (por ejemplo, tanto el aislamiento como la pintura reflectante actúan sobre la temperatura del techo o el ático), lo que significa que su eficacia térmica combinada puede ser mayor que la de cada medida aplicada por separado.
- ▶ **La inversión inicial, el costo de mantenimiento y operación, y el impacto ambiental de estas estrategias también son sumamente variables.** Las estrategias pasivas destacan por su bajo costo y mínimo impacto ambiental (Tabla 3.1). En el caso de las construcciones nuevas, medidas como la orientación del edificio, la ventilación natural, los techos altos o el uso de materiales adecuados no generan gastos adicionales y mejoran de forma significativa el confort térmico. En edificios preexistentes, otras opciones como las fachadas con protección solar, las pinturas reflectantes o la vegetación también resultan accesibles y beneficiosas para el medio ambiente. En el otro extremo, las estrategias activas —como aires acondicionados, bombas de calor o extractores mecánicos— permiten un mayor control de la temperatura, con inversiones iniciales y gastos de operación y mantenimiento más elevados. También tienen mayor impacto ambiental, por más que se combinen con paneles solares, debido a los efectos adversos que generan más allá del consumo energético (por ejemplo, calor residual o uso de gases refrigerantes).

Tabla 3.1. Efectividad y costos económicos y ambientales relativos de las estrategias de adaptación de la infraestructura escolar al calor extremo

	Disminución de la temperatura (°C)	Inversión inicial (\$)	Requerimiento / Costo energético (\$)	Impacto ambiental
Estrategias pasivas - construcciones nuevas				
Orientación adecuada del edificio	2-3	Sin costo	Sin costo	Sin impacto
Ventilación natural	5-6	Sin costo	Sin costo	Sin impacto
Materiales estructurales con buena regulación de temperatura	4-9	Sin costo	Sin costo	Sin impacto
Altura de los techos	1-5	Bajo	Sin costo	Sin impacto
Estrategias pasivas - construcciones nuevas y existentes				
Fachadas con protección solar (aleros, voladizos, parasoles)	2-5	Bajo	Sin costo	Sin impacto
Pinturas reflectantes	2-4	Bajo	Sin costo	Sin impacto
Aislamiento térmico en techos y paredes	2-3	Alto	Sin costo	Sin impacto
Vidrios adaptados	2-5	Bajo	Sin costo	Sin impacto
Vegetación (patios con árboles, sombras naturales)	1-5	Bajo	Bajo	Positivo
Techos y fachadas verdes	2-4	Alto	Bajo	Positivo
Estrategias activas				
Extractores	1-3	Bajo	Bajo	Negativo bajo
Ventiladores	2-4	Bajo	Bajo	Negativo bajo
Chimeneas solares	4-5	Medio	Bajo	Sin impacto
Pozos canadienses	1-4	Alto	Bajo	Sin impacto
Sistemas radiantes	1-4	Alto	Bajo	Sin impacto
Persianas motorizadas	2-3	Alto	Medio	Negativo bajo
Bombas de Calor	15-20	Alto	Alto	Negativo alto
Aires acondicionados de alta eficiencia + sistemas fotovoltaicos	15-20	Alto	Alto	Negativo alto

Nota: Estos valores constituyen una referencia comparativa para priorizar intervenciones que deben ser siempre contextualizadas a la luz de las condiciones climáticas y constructivas de cada establecimiento. El impacto ambiental incluye los efectos negativos no relacionados con el consumo de energía. En cuanto a la efectividad de la altura de los techos, se pondera entre 20cm y un metro de altura adicional.

Fuente: elaborado a partir de estudios técnicos de efectividad térmica (Albatayneh et al. 2019; Albuja et al. 2022; Attia et al. 2022; Brambilla et al. 2018; Bunker et al. 2024; Cabezas 2013; Comminges et al. 2015; de Guzman & Barreca 2021; Giraldo 2018; Guimarães et al. 2013; Juras 2024; Lanza et al. 2021; Meili et al. 2025; Pereira et al. 2022; Porras-Salazar et al. 2018; Punyasompun et al. 2009; Rakotondramiarana 2015; Rizzo 2022; Stasi et al. 2024; Yuan et al. 2024 y especificaciones técnicas de distintos fabricantes de sistemas de aire acondicionado) y conocimientos especializados del BID.

- ▶ **Para garantizar el confort térmico de las aulas hay que elegir entre diferentes combinaciones de estrategias, en función de las condiciones climáticas.** La evidencia revela que en climas calientes y muy calientes las estrategias pasivas logran garantizar el confort térmico en las aulas entre el 60 y 81% de las horas de clase (entre las 7.00 horas y las 17.00 horas), en tanto que en climas extremadamente calientes lo logran únicamente a lo largo del 20% de horas de clase (Fischel et al. 2023). En las horas restantes, y con mayor frecuencia durante episodios de calor extremo, estas medidas deben complementarse con estrategias activas para mantener condiciones adecuadas de enseñanza y aprendizaje.
- ▶ **La resiliencia del servicio educativo frente al calor extremo depende también del acceso a servicios básicos esenciales como el agua y la electricidad.** El acceso continuo a agua potable es indispensable no solo para garantizar la hidratación y la higiene, sino también para evitar interrupciones en el funcionamiento escolar, de modo que contar con servicios adecuados de agua y saneamiento constituye un requisito para enfrentar episodios de calor extremo (Montenegro et al. 2024). Del mismo modo, la continuidad del servicio educativo durante las olas de calor requiere contar con un suministro eléctrico confiable, ya sea a través de la red convencional o mediante sistemas autónomos, como los sistemas fotovoltaicos, que permitan operar ventiladores, extractores u otros equipos básicos de climatización. El BID desarrolló lineamientos específicos sobre la planificación y el diseño de instalaciones de agua y saneamiento en escuelas de América Latina y el Caribe, así como sobre la implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios de infraestructura social, que ofrecen un marco de referencia idóneo para avanzar en estos frentes. Pueden consultarse en las siguientes publicaciones: [Montenegro et al. 2024](#) y [Passos et al. 2018](#).

Estado las escuelas de la región para enfrentar el calor extremo

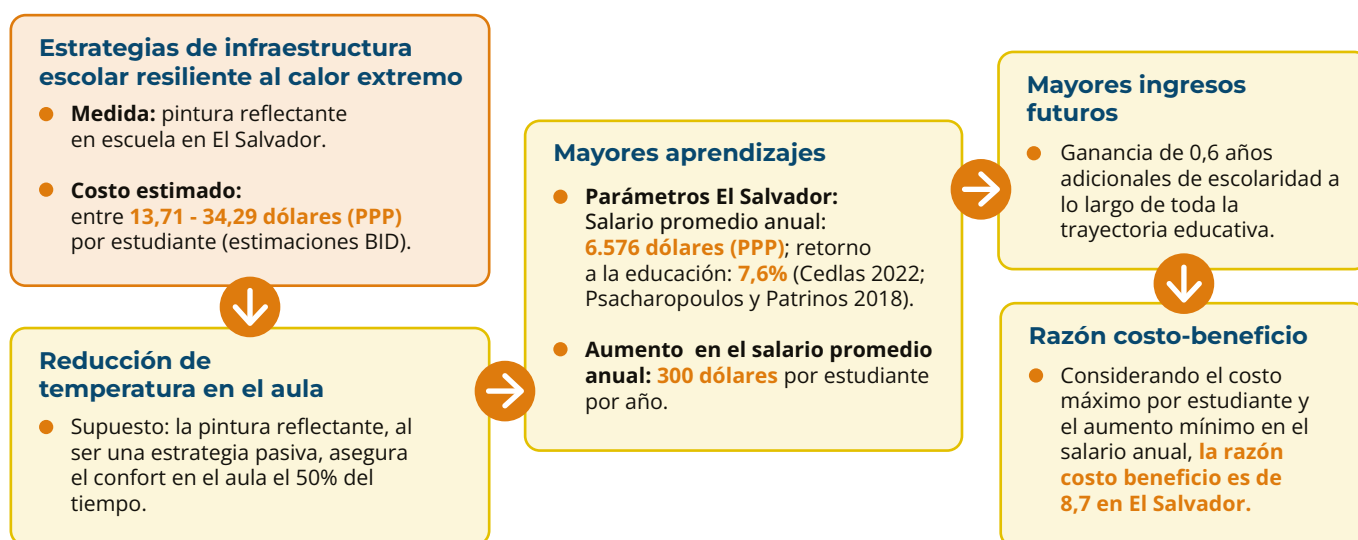
- ▶ **En América Latina y el Caribe no existen datos sistemáticos y comparables que permitan diagnosticar de forma integral el nivel de resiliencia climática de las escuelas, pero una serie de estudios puntuales concluyen que gran parte de los centros educativos carece de las condiciones adecuadas para el aprendizaje en condiciones de calor extremo.** Un estudio realizado por el BID en 2014 (San Juan et al.) ofrece una de las primeras aproximaciones sistemáticas a la calidad térmica de los espacios escolares en la región. La investigación realizó mediciones directas de temperatura en aulas de varios países y reveló que cerca del 70% de las salas auditadas presentaban condiciones fuera del rango de confort térmico, lo cual significa que afectan la concentración, la comprensión y el bienestar físico de los estudiantes. A esto se le suma que el 15% de las escuelas de la región no cuenta con agua para consumo, porcentaje que sube al 30% en las zonas rurales, mientras que el 26% de las escuelas cuenta con servicios de saneamiento limitados o nulos (UNICEF y OMS 2022).

Rentabilidad de las inversiones en infraestructura resiliente al calor

- ▶ **Invertir en infraestructura escolar resiliente al calor extremo no solo es necesario, sino también rentable.** Un análisis de beneficio-costo realizado para Brasil y El Salvador revela que los beneficios económicos de implementar estrategias de adaptación térmica superan ampliamente los costos. Si se comparan los costos estimados de intervenciones pasivas y activas con los beneficios de contar con aulas más frescas, se observa una reducción de las tasas de deserción escolar y un aumento del nivel aprendizaje, lo que se traduce, a su vez, en mayores ingresos futuros. Las estimaciones de costos iniciales de las medidas fueron obtenidas recabando datos de licitaciones de obras en escuelas, así como a través de entrevistas a personal técnico de unidades ejecutoras de programas de mejora de infraestructura escolar en los países de la muestra. Es importante apuntar que las especificaciones técnicas relativas a cada medida pueden repercutir en los costos estimados, que los valores de mercado pueden fluctuar significativamente a lo largo de los años y que las tecnologías pueden evolucionar. Los beneficios se calcularon suponiendo que

estas estrategias permiten garantizar aprendizajes en diez días adicionales de calor extremo por año: las estrategias activas garantizan el confort térmico y, por consiguiente, la preservación de los aprendizajes el 100% del tiempo, mientras que las pasivas lo hacen solo el 50%. Según las estimaciones de Park et al. (2021), cada día con temperaturas por sobre los 26,7 °C reduce en un 1% los aprendizajes de un año escolar, porcentaje que puede oscilar entre 0,2 y 1,7%. Evitar estas pérdidas se traduce en mayores ingresos futuros. La Figura 3.1 ilustra este proceso tomando el ejemplo de El Salvador.

Figura 3.1. Cadena causal de la estimación de beneficio-costo y ejemplo de pintura reflectante en techos escolares en El Salvador.



Fuente: Elaboración propia.

- ▶ **Los resultados muestran que todas las intervenciones analizadas resultan rentables, incluso en escenarios conservadores que combinan los costos más altos con los beneficios más bajos.** En El Salvador, la relación beneficio/costo varía entre 2 (aire acondicionado con sistema fotovoltaico) y 8,7 (pintura reflectante). Al considerar la variación posible en el impacto del calor sobre los aprendizajes, estos valores oscilan entre 0,5 y 3,4 en el caso de los aires acondicionados y entre 2,2 y 14,6 en el de la pintura reflectante (véase la Tabla 3.2). En Brasil, análisis similares señalan retornos considerablemente mayores: el aire acondicionado con sistemas fotovoltaico supera una razón beneficio/costo de 6,7, con un rango de 1,7 a 11, mientras que la pintura reflectante supera las 40, con valores de entre 11 y 72. Estas diferencias entre países no responden a diferencias de eficacia de las medidas, sino a diferencias en costos y factores estructurales, como el salario promedio anual y la tasa de retorno de la educación. Pero en ambos casos se trata de intervenciones costo-efectivas que permiten reducir la temperatura en las aulas y garantizar los aprendizajes.
- ▶ **Estas estimaciones dan pistas generales sobre cuán costo-efectivas son estas estrategias, pero deben interpretarse con cautela.** Los costos solo incluyen la inversión inicial, pero no los costos de operación y mantenimiento. En cuanto a los beneficios, solo se ha tomado en consideración un año adicional de ingresos laborales, de modo que se subestima el impacto real a lo largo de la vida laboral. Tampoco se contabilizan beneficios indirectos en salud, productividad o cohesión social, ni se modelan combinaciones de medidas, que probablemente incrementarían los retornos. Además, cada una de las estrategias se evaluó de manera aislada, cuando en la práctica podrían implementarse de forma complementaria.

- **La evidencia presentada confirma que invertir en infraestructura escolar resiliente al calor extremo es una medida urgente, efectiva y rentable para garantizar la continuidad del aprendizaje y la seguridad de estudiantes y docentes.** Siempre deben priorizarse las estrategias pasivas, y en función de las condiciones climáticas, pueden ser complementadas con soluciones activas, que requieren de mantenimiento y de capacitación de los usuarios. Los resultados del análisis costo-beneficio muestran además que estas inversiones generan retornos educativos y económicos sustanciales. Con la implementación de estas medidas, las escuelas no solo estarán mejor preparadas frente al calor extremo, sino que se convertirán también en espacios más seguros, sostenibles y propicios para el aprendizaje de las próximas generaciones.

Tabla 3.2. Análisis beneficio/costo de intervenciones de infraestructura escolar en El Salvador y Brasil.

	Estrategia de confort térmico	Aprendizaje adicional en toda la trayectoria educativa (años)	Costo inversión máximo por estudiante (US\$ PPP)	Ingreso adicional anual mínimo (US\$ PPP)	Razón B/C
El Salvador	Pinturas reflectantes	0,6	\$34	\$ 300	8,7
	Aislamiento térmico en techos	[0,15 - 1]	\$64	[75 -500]	[2,2 - 14,6]
	Vidrios adaptados	0,6	\$80	\$ 300	4,7
	Aires acondicionados + fotovoltaicos	[0,15 - 1]	\$298	[75 -500]	[1,2 - 7,8]
Brasil	Pinturas reflectantes	0,6	\$21	\$ 300	3,7
	Aislamiento térmico en techos	[0,15 - 1]	\$53	[75 -500]	[0,9 - 6,2]
	Vidrios adaptados	1,2	\$52	\$ 600	2
	Aires acondicionados + fotovoltaicos	[0,3 - 2]	\$277	[150 - 1000]	[0,5 - 3,4]

Nota: Se suponen 10 días adicionales de calor por año; según Park et al. (2021) esto equivale a 1,2 años de escolaridad perdidos. Los rangos de variación se estiman sobre la base del intervalo de confianza del estimador antes señalado.

Fuente: Elaboración propia basada estimaciones de costo de las intervenciones del BID, Park et al. (2021), Psacharopoulos y Patrinos (2018) y CEDLAS (2022).

Capítulo 4.

● **Cómo la flexibilidad de la educación permite adaptarse al calor extremo**

- ▶ **Para proteger los aprendizajes y evitar la interrupción de trayectorias educativas no basta con mejorar la resiliencia de la infraestructura escolar, también es necesario fortalecer la capacidad de adaptación de los servicios educativos.** Hay que asegurarse, por tanto, de que los sistemas estén preparados para ajustar sus procesos, tiempos y modalidades de enseñanza, con el objetivo de reducir la exposición a las altas temperaturas durante la provisión del servicio educativo.
- ▶ **Implementar servicios educativos flexibles en el marco de la estrategia de adaptación del sistema educativo implica trabajar en dos líneas de acción: calendarios escolares flexibles y modelos de educación a distancia.** La flexibilidad de los calendarios escolares permite reorganizar el año escolar en función de los patrones climáticos locales, reduciendo la exposición y evitando pérdidas de días de clases. En cuanto a la educación a distancia, si bien debe contemplarse únicamente en situaciones extremas que impidan la presencialidad por causas externas al servicio educativo, permite mantener cierto grado de continuidad educativa.

Flexibilización del calendario escolar para evitar los periodos de mayor calor

- ▶ **Un calendario escolar flexible permite reorganizar el año académico y evitar que las clases coincidan con los periodos de mayor temperatura para proteger el tiempo de estudio y las condiciones de enseñanza y aprendizaje en la escuela.** En muchos países de la región, los meses más calurosos ya coinciden con las vacaciones escolares. Los problemas aparecen cuando las olas de calor se producen en el transcurso del año lectivo. La flexibilización del calendario busca dotar al sistema de la flexibilidad necesaria para reprogramar clases frente a eventos de calor extremo durante el año escolar, reduciendo la exposición y evitando así pérdidas de aprendizaje. Hay distintas estrategias de flexibilización del calendario que pueden aplicarse por separado o de manera combinada, dependiendo de los meses, días u horas de mayor riesgo de calor.

Modalidades de calendario escolar flexible

- ▶ **Modificar el inicio o el final del año lectivo para que el ciclo escolar -especialmente en periodos de mayor exigencia académica- no coincida con los periodos de mayor calor permite garantizar confort térmico para el aprendizaje.** En los países del hemisferio norte, por ejemplo, el año escolar termina al inicio del verano, lo que expone a los estudiantes a altas temperaturas en los momentos críticos de los exámenes de fin de curso (European Commission/EACEA/Eurydice 2021). En Filipinas,

el ajuste del calendario escolar, destinado a alinearse con otros sistemas académicos del sudeste asiático, ha desplazado las clases hacia los meses más calurosos, lo que ha provocado un aumento de la exposición al calor extremo, especialmente hacia finales del año escolar (Villafuerte et al. 2017).

- ▶ **Redistribuir las vacaciones escolares según el patrón térmico local también permite reducir el número de clases durante los meses de calor más crítico y evitar cierres imprevistos.** En los Países Bajos ya se aplican calendarios regionalizados para organizar las vacaciones según la zona geográfica, un modelo que se podría adaptar para enfrentar el calor extremo (European Commission/EACEA/Eurydice 2021).
- ▶ **Contar con días de reserva para recuperar el tiempo lectivo permite reducir pérdidas de aprendizaje por cierre de escuelas en contextos en los que las interrupciones por calor son difíciles de evitar.** En Estados Unidos, por ejemplo, se reservan días adicionales al final del año escolar para compensar posibles suspensiones por nieve. La evidencia muestra que el cierre de escuelas debido a la nieve afecta menos el rendimiento académico que otras ausencias no planificadas, precisamente porque el sistema escolar anticipa estas contingencias y ajusta el calendario para recuperar las horas lectivas perdidas (Goodman 2014). Esta estrategia podría ser adaptada para reducir las pérdidas de aprendizajes cuando no se pueda evitar el cierre de escuelas por calor extremo.
- ▶ **Ajustar los horarios escolares es especialmente útil en contextos donde la temperatura alcanza niveles muy altos al mediodía.** En Sudán del Sur, por ejemplo, las clases comienzan a las 6.00 horas y finalizan a las 11.00 horas durante la estación seca, lo que permite evitar las horas más calurosas (EiE Hub 2023).
- ▶ **Estas estrategias pueden ser aplicadas de manera complementaria.** En Bihar (India) se modificó el calendario, se ajustaron los horarios escolares y se redujeron las vacaciones de verano como medida compensatoria frente a la pérdida de clases por eventos extremos (Kagawa 2022).

Factores relevantes para la flexibilización del calendario escolar

- ▶ **La implementación de estas estrategias exige una planificación cuidadosa para garantizar que el sistema educativo pueda brindar un servicio educativo de calidad y con equidad.** No se trata solo de mover fechas, sino de garantizar que los cambios respondan a las necesidades pedagógicas y operativas del sistema. En contextos donde el tiempo lectivo pueda verse reducido, resulta clave priorizar contenidos esenciales y definir estrategias realistas de recuperación, sin sobrecargar a los estudiantes y a los docentes. También es fundamental que los ajustes sean compatibles con las condiciones y arreglos laborales del personal educativo. Por otro lado, cualquier modificación debe articularse con servicios complementarios como el transporte o la alimentación escolar, de los cuales depende la asistencia a clase de muchos estudiantes. Para lograr una implementación efectiva, se necesita establecer una comunicación clara, oportuna y bidireccional con las familias, que permita reducir la incertidumbre y facilitar su participación. Por último, es indispensable monitorear los efectos de estas medidas en términos de equidad, ya que su impacto puede variar en función del territorio, el nivel socioeconómico o las condiciones particulares de cada comunidad.
- ▶ **En América Latina y el Caribe, los sistemas educativos han mostrado cierta capacidad para flexibilizar el calendario escolar, pero no hay evidencia de que se haya convertido en una estrategia de adaptación al calor extremo.** En respuesta a las pérdidas de aprendizaje relacionadas con la pandemia, muchos países de la región modificaron el calendario académico, por ejemplo, ampliando el año escolar para destinar más tiempo al aprendizaje a distancia (Abizanda et al. 2022). Estas experiencias sirvieron para confirmar la existencia de un margen de maniobra para redefinir

el calendario y el horario escolar en casos excepcionales. Sin embargo, no se han identificado normativas, protocolos o experiencias sistemáticas que adapten el calendario en función del riesgo de calor extremo. La falta de evidencia a este respecto no excluye la posibilidad de que se hayan llevado a cabo experiencias locales o se hayan tomado decisiones puntuales en este sentido, pero sí indica que las estrategias educativas de la región no han tomado en consideración el vínculo entre calor extremo y la planificación del calendario escolar.

Rentabilidad de la flexibilización del calendario escolar

► **La flexibilización del calendario escolar no solo mejora la capacidad de adaptación del sistema educativo al calor extremo, también puede ser rentable.** Para estimar su viabilidad económica se llevó a cabo un análisis preliminar de costo-beneficio sobre una de sus modalidades: la incorporación de días de reserva planificados para recuperar clases perdidas por olas de calor. Se comparó el costo adicional de agregar ocho días al calendario escolar en tres países (Brasil, Colombia y México) con los beneficios que podría reportar a los estudiantes, en términos de ingresos futuros, el hecho de evitar pérdidas de tiempo lectivo. El supuesto de ocho días se utilizó como escenario de referencia debido a que coincide con la duración promedio estimada de las olas de calor en las zonas con amenaza alta y muy alta (que suelen extenderse unos diez días consecutivos, fines de semana incluidos). El cálculo del costo tomó como referencia el pago adicional a los docentes por los días extra trabajados, estimados a partir de su salario medio mensual en cada país (UNESCO 2025). El beneficio se midió como el incremento esperado de los ingresos futuros de los estudiantes gracias a ocho días adicionales de clases por año a lo largo de toda la trayectoria educativa, usando las tasas de retorno de la escolaridad (Psacharopoulos y Patrinos 2018) y el salario promedio anual en dólares estadounidenses (ajustados por paridad de poder adquisitivo) de cada país (CEDLAS 2022). Los resultados indican que ocho días de clases adicionales por año representan una inversión relativamente baja en comparación con los beneficios generados (Tabla 4.1). En estos países, el costo por estudiante, considerando toda la trayectoria escolar, oscila entre US\$190 y US\$310. Esa inversión se traduce en más de medio año adicional de aprendizaje acumulado y en ganancias significativas en los ingresos futuros de los estudiantes: entre 512 y 827 dólares adicionales en apenas un año y entre 6.900 y 11.100 dólares a lo largo de 20 años de vida laboral (con una tasa de interés de 5%). En conjunto, el análisis revela que los beneficios superan ampliamente los costos: por cada dólar invertido, los retornos se multiplican entre 22 y 55 veces. Estas simulaciones preliminares ilustran el alto potencial de una intervención que permita recuperar días de clase interrumpidos por calor extremo, bajo el supuesto de que el principal componente del gasto corresponde al personal docente.

Tabla 4.1. Análisis beneficio/costo de flexibilizar el calendario mediante 8 días de reserva planificados para recuperar clases perdidas por olas de calor en Brasil, Colombia y México

	Salario medio de los docentes (US\$ PPP)		Costo 8 días extra por estudiante para toda la trayectoria educativa	Ingreso adicional por 8 días extra de aprendizaje (US\$ PPP)		Razón beneficio/costo
	Mensual	Diario		Anual	20 años	
Brasil	\$ 1085	\$ 54	\$ 201	\$ 827	\$ 11.133	55,3
Colombia	\$ 2055	\$ 103	\$ 310	\$ 512	\$ 6.893	22,3
México	\$ 1341	\$ 67	\$ 190	\$ 553	\$ 7.449	39,2

Nota: El salario medio diario de los docentes corresponde a 20 días al mes.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de UNESCO (2025), Psacharopoulos y Patrinos (2018) y CEDLAS (2022).

Educación a distancia para mantener la continuidad educativa

- ▶ **La educación a distancia puede desempeñar un papel en la adaptación frente al calor extremo, aunque, dadas sus limitaciones, debe considerarse únicamente como último recurso.** Incluso contando con infraestructura escolar resiliente y calendarios flexibles, pueden darse situaciones derivadas del calor —como cortes de agua o electricidad, o dificultades de transporte por las altas temperaturas— que obliguen a cerrar escuelas. En esos casos, la educación a distancia permite sostener la continuidad educativa, aunque su efectividad puede verse reducida, especialmente en el caso de estudiantes de hogares con menores ingresos, que tienen menos probabilidades de contar con aire acondicionado, conectividad estable o espacios adecuados para el estudio. Pese a estas limitaciones, esta modalidad puede mitigar las pérdidas de aprendizaje, sobre todo si se diseña de manera adecuada y se organiza en horarios de menor temperatura, reduciendo los efectos negativos del calor sobre los estudiantes.
- ▶ **Otras situaciones de emergencia demuestran que la educación a distancia, con o sin tecnología, permite mantener la continuidad del aprendizaje.** En Brasil, un estudio en seis áreas metropolitanas concluyó que, en situaciones de emergencia causadas por inundaciones, estudiantes que tenían clases virtuales complementarias habían logrado mantener su rendimiento académico, mientras que las calificaciones de los estudiantes que dependían exclusivamente de clases presenciales se habían visto reducidas en aproximadamente un 33% (Santana et al. 2013). De forma similar, en Nueva Zelanda, tras los terremotos de 2011, se documentaron experiencias en las que la enseñanza remota y el uso de tecnologías digitales permitieron restablecer la continuidad educativa (Ayebi-Arthur 2017). Estas lecciones demuestran que, si bien la educación a distancia no sustituye a la escuela presencial, especialmente en contextos de vulnerabilidad socioeconómica, puede reducir las pérdidas cuando las olas de calor impiden mantener abiertas las aulas en condiciones seguras debido a contingencias externas al sistema educativo.

Modalidades de educación a distancia

- ▶ **Existen distintas formas de organizar la educación a distancia y su efectividad depende de cómo se adapte a las condiciones del territorio.** Estas estrategias incluyen plataformas digitales de aprendizaje, clases en vivo por videoconferencia, programas televisivos y radiales educativos, distribución de materiales impresos, uso de aplicaciones móviles, llamadas telefónicas o el envío de contenidos por mensajes de texto. Durante la pandemia de la COVID-19, los países recurrieron a una amplia gama de modalidades —desde plataformas digitales hasta televisión, radio, medios impresos o llamadas telefónicas— para sostener el aprendizaje durante el cierre de escuelas (Tabla 4.2) (Cobo, Hawkins y Rovner 2020; Álvarez Martinelli et al. 2020; Mateo-Berganza 2021; Angrist et al. 2023). Esta diversidad permitió ampliar la cobertura, aunque no en igualdad de condiciones para todos. En Brasil, por ejemplo, datos de 2020 revelan que el 40% de los municipios no ofrecía educación a distancia y que el 18% de los estudiantes no asistía a las clases remotas. La mayoría de estos estudiantes vivía en municipios de bajo nivel socioeconómico (Arias Ortiz et al. 2021).

Tabla 4.2. Medidas adoptadas para garantizar la continuidad educativa durante el cierre de escuelas por la pandemia de la COVID-19.

	ARGENTINA	BAHAMAS	BARBADOS	BELICE	BOLIVIA	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	COSTA RICA	ECUADOR	EL SALVADOR	GUATEMALA	GUYANA	HAITÍ	HONDURAS	JAMAICA	MÉXICO	NICARAGUA	PANAMÁ	PARAGUAY	PERÚ	REP. DOMINICANA	SURINAM	TRINIDAD Y TOBAGO	URUGUAY	VENEZUELA
PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	●	●	○
CONTENIDO DIGITAL	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●
MATERIAL FÍSICO Ó REDES SOCIALES	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TV Ó RADIO	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○
ESCUELAS ABIERTAS	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Fuente: Fuente: Álvarez Martinelli et al. 2020.

Factores relevantes para la educación a distancia

- ▶ **La educación a distancia solo puede ser efectiva si los sistemas educativos cuentan con recursos, canales y capacidad para activarse rápidamente, y si los estudiantes tienen acceso y cuentan con condiciones favorables para participar.** La pandemia puso de manifiesto las limitaciones de la región: en América Latina y el Caribe solo el 22% de los hogares tenía internet y el 19% una computadora, lo que redujo la eficacia de la educación digital (Rieble y Viteri 2020). Se confirma así que la tecnología no es un complemento, sino un eje central de la continuidad educativa, que debe fortalecerse y convertirse en una estrategia estructural frente a las crisis climáticas, además de complementarse con medios no digitales y políticas de equidad (Abizanda et al. 2022; Elacqua et al. 2020). No obstante, el acceso tecnológico por sí solo no garantiza la efectividad de los aprendizajes: se requieren contenidos adaptados a entornos virtuales, estrategias pedagógicas bien planificadas y un rol activo de docentes y familias. La evidencia indica que los programas más eficaces fueron aquellos que se ajustaron a sus objetivos de aprendizaje, promovieron interacciones significativas y fortalecieron la labor docente (Muñoz-Nájar et al. 2021). Ello requiere realizar inversiones sostenidas en formación docente y plataformas de calidad, que no solo mejoran los aprendizajes, sino que también incrementan la resiliencia del sistema educativo frente a situaciones de emergencia (Burns 2023; EDHEC 2021; Gottlieb et al. 2024).
- ▶ **Una estrategia efectiva de educación a distancia debe poder activarse de inmediato frente a la situación de emergencia para garantizar la continuidad del aprendizaje.** El éxito de la educación a distancia como estrategia frente al cierre de escuelas depende de que sea capaz de responder de manera inmediata. Durante la pandemia, los sistemas educativos de la región evidenciaron grandes desigualdades en materia de preparación, relacionadas con la infraestructura digital, los sistemas de información y la experiencia en gestión de crisis (Álvarez et al. 2020). Mientras muchos países tardaron en reaccionar, Uruguay implementó clases virtuales al día siguiente del cierre de las escuelas gracias Ceibal, que desde hacía años garantizaba el acceso universal a dispositivos informáticos y había desplegado una estrategia integral y consolidada de transformación digital. Este tipo de preparación previa, con estrategias de educación a distancia consolidadas, permite actuar rápidamente en respuesta a interrupciones climáticas y garantizar la continuidad del aprendizaje.

Ceibal: la respuesta a tiempo que aseguró la continuidad educativa en Uruguay durante la emergencia sanitaria de la COVID-19

Uruguay es uno de los países de América Latina y el Caribe que menos días mantuvo cerradas las escuelas durante la pandemia. De acuerdo con los datos del UNICEF sobre cierres escolares, el promedio regional superó los 186 días de cierre total o parcial entre 2020 y 2021. En Panamá y El Salvador los cierres de las escuelas superaron los 200 días. Uruguay registró menos de la mitad del tiempo notificado por los demás países (114 días de cierre total o parcial) (UNICEF 2021).

Creado en Uruguay en 2007, Ceibal (Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea) jugó un rol clave en la transición de la educación presencial a la educación a distancia en el país durante la emergencia sanitaria de la COVID-19. Ceibal entrega una computadora portátil a cada estudiante y docente de la educación pública, además de proveer conectividad gratuita a todas las escuelas, ofrecer capacitación docente y desarrollar recursos digitales de aprendizaje. La existencia de infraestructura tecnológica en las escuelas y de plataformas digitales de aprendizaje permitió garantizar la continuidad pedagógica durante el cierre de escuelas en los periodos más críticos de la pandemia y facilitó el regreso a las aulas (Pérez Alfaro y Bogliaccini 2022).

A lo largo de los años, Ceibal se ha consolidado como la agencia de innovación educativa de Uruguay. Políticas como Ceibal encarnan una estrategia clave para mantener el acceso a la educación en situaciones adversas, entre ellas el calor extremo, ya que pueden ser activadas con rapidez, garantizando la inclusión y velando por la equidad del servicio educativo.

- ▶ **Las tutorías telefónicas son un ejemplo de éxito para responder a los cierres de escuelas motivados por situaciones de emergencia climática.** Programas de tutoría remota personalizada implementados en México, El Salvador y Guatemala no solo mejoraron el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente en entornos vulnerables, sino que también fortalecieron las habilidades pedagógicas y digitales de los tutores, que mejoraron así sus opciones de empleabilidad (Zoido et al. 2023c; Hevia et al. 2023). Estas tutorías personalizadas permiten atender necesidades específicas y han cosechado mejores resultados que los modelos tradicionales (Zoido et al. 2023a; Zoido et al. 2023b). Por otro lado, experiencias internacionales llevadas a cabo en países como India, Kenia, Nepal, Filipinas y Uganda han demostrado que esta estrategia puede mejorar significativamente los aprendizajes durante emergencias educativas (Angrist et al. 2023).

Rentabilidad de las tutorías remotas

- ▶ **La educación a distancia basada en tutorías telefónicas puede ser una alternativa rentable para mitigar los impactos del calor extremo sobre el aprendizaje.** Para estimar su viabilidad económica, se realizó un ejercicio exploratorio de costo-beneficio en Brasil, Colombia y México, en el que se tomó en consideración el costo de ocho sesiones anuales de tutorías telefónicas de entre 20 y 30 minutos de duración. Los costos provienen de la estimación realizada por Zoido et al. (2023a), a partir de proyectos piloto implementados en El Salvador, México, Guatemala y Argentina, que revelaron un costo de entre 29 y 60 dólares por estudiante, incluyendo la remuneración de tutores y coordinadores, y los gastos de capacitación, comunicación, gestión de bases de datos y coordinación general. A partir de estas experiencias, los autores extrapolaron la estimación a otros 13 países de América Latina y el Caribe, comparando el costo por estudiante con el gasto educativo total de cada país. Se adoptaron rangos de costo de entre 16 y 116 dólares anuales por estudiante para México, Brasil y Colombia.

Los pilotos originales se habían centrado en la aceleración de los aprendizajes, mientras que este estudio abordó la estructura de implementación y los costos con el propósito de evitar pérdidas de aprendizaje en días de cierre escolar por calor extremo. Se concluyó que ocho tutorías permitían recuperar el equivalente de tres días de aprendizaje, de conformidad con la investigación de Zoido et al. (2023a), según la cual los pilotos de tutorías pueden garantizar hasta un 40% del aprendizaje anual en habilidades fundacionales. El beneficio se midió en términos de incremento esperado de los ingresos futuros de los estudiantes, tomando en cuenta las tasas de retorno de la escolaridad de cada país (Psacharopoulos y Patrinos 2018) y el salario anual promedio en dólares estadounidenses (ajustados por paridad de poder adquisitivo) (CEDLAS 2022).

► **El análisis concluye que los beneficios de las tutorías telefónicas superan ampliamente los costos.** El costo acumulado de las tutorías impartidas a lo largo de toda la trayectoria escolar varía entre 192 y 1.392 dólares por estudiante, dependiendo del país y del costo de implementación. Pese a todo, los beneficios superan ampliamente los costos: en promedio, los estudiantes podrían obtener ingresos adicionales de entre 223 y 247 dólares por año, lo que equivale a entre 3.005 y 3.323 dólares aproximadamente a lo largo de 20 años de vida laboral. La relación costo-beneficio se estima entre 2,2 y 15,7, lo que significa que por cada dólar invertido se generan entre 2,2 y 15,7 dólares en beneficios. Se confirma así que las tutorías remotas son una estrategia rentable para sostener el aprendizaje frente a las interrupciones causadas por el calor extremo (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Análisis beneficio/costo de contar con ocho sesiones anuales de tutorías telefónicas para asegurar el aprendizaje en caso de cierre de escuelas por calor extremo en Brasil, Colombia y México.

	Gasto por alumno US\$ PPP)		Retorno por año adicional de escolaridad	Salario promedio anual (US\$ PPP)	Ingreso adicional por 8 días extra de aprendizaje (US\$ PPP)		Razón beneficio/ costo (20 años)
	Anual	Trayectoria educativa			Anual	20 años	
Brasil	57 - 116	684 - 1392	11%	\$ 9876	\$ 223	\$ 3005	2,2 - 4,4
Colombia	16 - 33	192 - 396	13%	\$ 8496	\$ 224	\$ 3020	7,6 - 15,7
México	29 - 60	348 - 720	16%	\$ 7860	\$247	\$ 3323	4,6 - 9,5

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Zoido et al (2023a), Psacharopoulos y Patrinos (2018) y CEDLAS (2022).

SECCIÓN III.

Planear y financiar la resiliencia de la educación al calor extremo

- ▶ **Convertir la evidencia en acción requiere una planificación informada y mecanismos de financiamiento sostenibles.** Las estrategias para enfrentar el calor extremo solo son efectivas cuando los sistemas educativos pueden anticipar los riesgos, asignar recursos oportunamente y coordinar respuestas en todos los niveles. Esto demanda integrar el riesgo térmico en la planificación educativa, fortalecer los sistemas de información y gestión que permiten orientar decisiones, y garantizar la disponibilidad de recursos financieros para sostener las intervenciones en el tiempo.



Capítulo 5.

● ● ● **Cómo la planificación escolar permite anticipar y responder al calor extremo**

- ▶ **Contar con una planificación escolar sensible al calor extremo es fundamental para anticipar sus desafíos, generar respuestas y consolidar un sistema educativo resiliente a las altas temperaturas.** No basta con adoptar medidas aisladas. Sin una planificación ágil y sin una buena gestión, no es posible identificar en qué territorios hay mayor riesgo o cuáles son sus características, ni reunir información clave para definir inversiones y diseñar respuestas eficaces. La planificación actúa como puente entre la evidencia y la acción: convierte datos climáticos y educativos en decisiones concretas, prioriza las inversiones en infraestructura resiliente, reorganiza los calendarios escolares o habilita la utilización de modelos de educación a distancia, cuando corresponda. En resumen, la planificación transforma la información que tenemos en una hoja de ruta coherente y sostenible que protege el aprendizaje y garantiza la continuidad escolar frente al aumento de las temperaturas extremas (GPE 2023; IIEP-UNESCO 2021; IIEP UNESCO, s.f.).

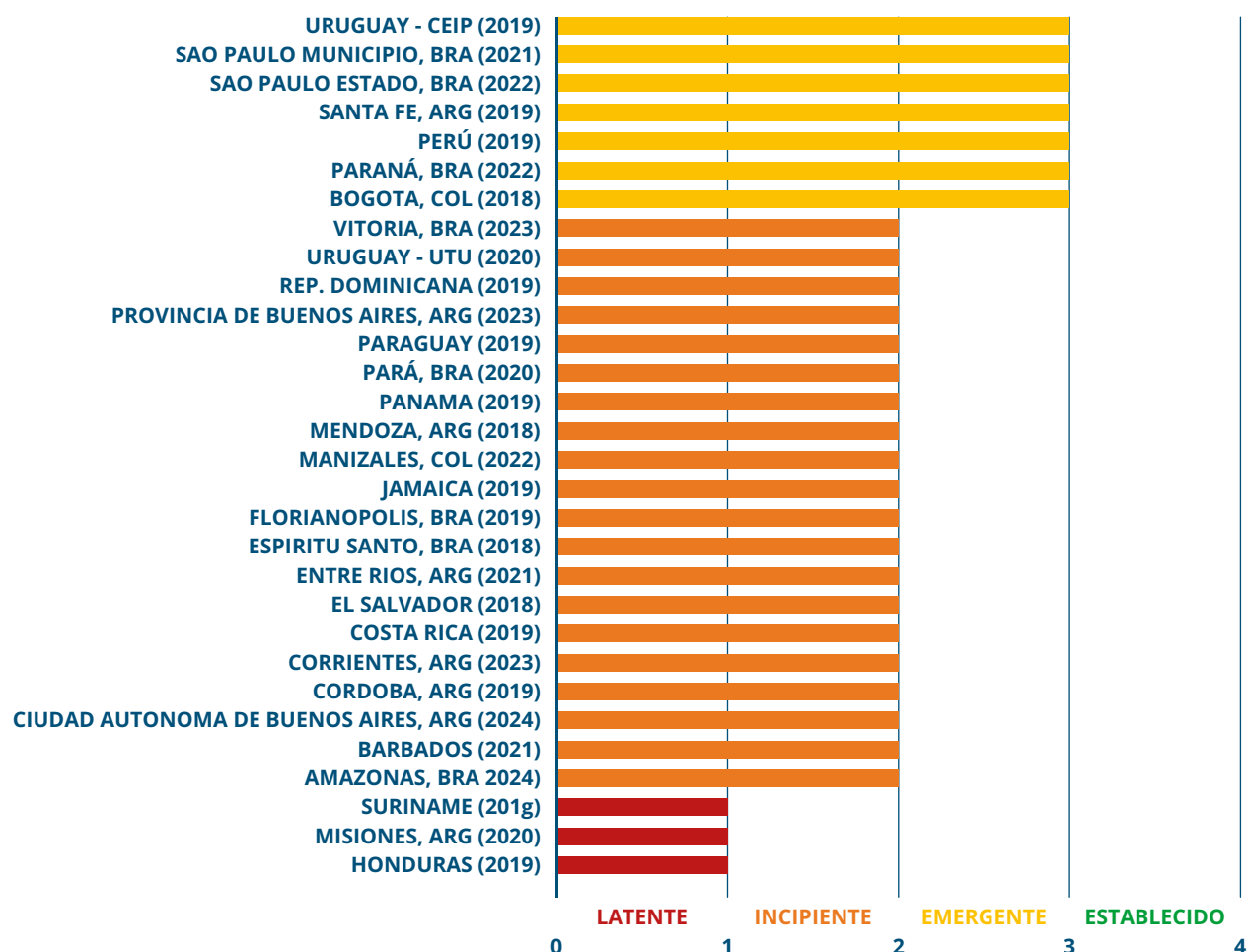
Información para anticipar el riesgo y tomar decisiones sensibles al calor

- ▶ **Toda decisión efectiva parte de comprender el desafío, el riesgo al calor extremo.** Es necesario recopilar y analizar una información que caracterice la amenaza (frecuencia e intensidad del calor extremo), la exposición (localización de las escuelas, los estudiantes y los docentes) y la vulnerabilidad al calor extremo (condiciones de infraestructura, recursos disponibles y capacidades de gestión). Esta información debe ser oportuna y confiable. E idealmente, debe estar georreferenciada y desagregada por edad, sexo, ubicación, discapacidad y otras variables sociodemográficas, con el fin de ofrecer respuestas inclusivas (GPE 2023; IIEP-UNESCO 2021; Pegram y Knaute 2019; UNICEF EAPRO 2019). Contar con datos adecuados permite dimensionar con mayor precisión los desafíos, focalizar las intervenciones en los territorios más vulnerables y fortalecer la capacidad de adaptación del sistema educativo (Montjourides 2013). Esto no significa que sea imposible gestionar el calor extremo sin datos perfectos. Siempre es posible, para empezar, apoyarse en información ya disponible para trazar un panorama preliminar, mientras se avanza en la construcción de sistemas más completos.
- ▶ **Entre las herramientas más poderosas para hacer un uso sistemático de la información están los sistemas de información y gestión educativa (SIGED). Un SIGED permite recopilar, integrar y analizar datos de manera sistemática y con arreglo a marcos institucionales establecidos.** Un SIGED sólido abarca múltiples dimensiones, como la infraestructura escolar, las matrículas, los recursos humanos, los presupuestos y los procesos estratégicos de gestión, e incorpora cada vez

más indicadores de riesgo climático (Arias Ortiz et al. 2019). Su implementación eficiente contribuye a optimizar la gestión escolar: automatiza tareas administrativas, libera tiempo para funciones pedagógicas y mejora la planificación. Durante la pandemia, los SIGED facilitaron la identificación de estudiantes en riesgo de abandono. También han demostrado su utilidad en el contexto de diversas crisis, incluidas aquellas causadas por alteraciones climáticas (Arias Ortiz 2021). En contextos de calor extremo, los SIGED identifican los centros educativos más vulnerables y facilitan intervenciones preventivas y focalizadas. Por otro lado, al ofrecer datos actualizados y accesibles, fortalecen la capacidad de respuesta en situaciones de emergencia (IIEP- UNESCO 2023).

- ▶ **Es importante combinar los SIGED con fuentes de información climática para ampliar su alcance y mejorar la capacidad de anticipación y de respuesta ante fenómenos de calor extremo.** Los SIGED ofrecen una base sólida de datos educativos, pero su impacto se maximiza cuando están interconectados con otros sistemas y fuentes de datos relevantes, como proyecciones climáticas, mapeos de desastres naturales y sistemas de alerta temprana. De este modo se cruzan datos escolares y ambientales en tiempo real, se activan protocolos de emergencia de forma anticipada y se asignan recursos de manera estratégica y en función del riesgo (GPE 2023; van Wyk y Crouch 2020). Es importante elaborar definiciones, indicadores y métodos de estimación estandarizados que permitan capturar e integrar los datos pertinentes, ya que estos datos serán usados posteriormente para tomar las decisiones más apropiadas para atenuar las repercusiones del calor extremo en la educación. Algunos países han logrado avances significativos: en Jamaica se recurrió a un SIGED para planificar el mantenimiento de las escuelas tomando en consideración el impacto del calor extremo (Chapelet 2022); en Filipinas, se desarrolló una plataforma digital destinada a mapear daños y riesgos; y en Bangladesh se incorporaron, tras una fase piloto, datos climáticos a los sistemas estadísticos educativos de 1.800 instituciones (GPE 2023).
- ▶ **El uso de los SIGED para la planificación sensible al calor extremo plantea un reto, ya que su desarrollo en América Latina y el Caribe es limitado.** Según Arias et al. (2025, en publicación), la mayoría de los países de América Latina y el Caribe cuentan con SIGED en nivel incipiente (nivel 2). Eso significa que sus sistemas de gestión educativa cubren solo parcialmente las funciones decisivas y necesitan avanzar hacia una orientación más estratégica. La Figura 4.2 resume el nivel de desarrollo en distintos países o localidades de la región.
- ▶ **Contar con datos es solo el primer paso. Transformar información en decisiones concretas requiere promover una cultura de la planificación basada en evidencias, contar con las capacidades institucionales necesarias para interpretar los datos, definir las prioridades y actuar en consecuencia.** Para llevar a cabo una planificación efectiva también es preciso estimar los costos de implementación, definir fuentes de financiamiento y provisionar fondos de reserva para situaciones de emergencia. Correlativamente, es necesario proyectar escenarios climáticos, cuantificar las brechas de infraestructura o cobertura y priorizar las inversiones en función del nivel de riesgo y de vulnerabilidad a la amenaza. Un SIGED fortalecido facilita este proceso al permitir una asignación más eficiente de los recursos (Arias Ortiz et al. 2019).
- ▶ **La información solo contribuye a la resiliencia si se convierte en decisiones concretas.** Debe llegar hasta los niveles en los que se toman las decisiones y tanto los niveles centrales como los gobiernos subnacionales y las escuelas deben estar capacitados para utilizar la información, ya que los riesgos se manifiestan a nivel local y muchas de estas decisiones relacionadas con la continuidad del servicio educativo deben tomarse a ese nivel. Por ejemplo, las escuelas deben contar con planes específicos de activación de respuestas preventivas y oportunas al calor extremo, adaptados a su contexto climático, sus condiciones de infraestructura y su perfil comunitario. Para ello, es indispensable que los ministerios de educación, los directores de centros escolares, los docentes y los equipos técnicos

Figura 5.2. Nivel de desarrollo global de SIGED por sistema educativo, países o localidades seleccionados de América Latina y el Caribe



Fuente: Arias Ortiz et al. (2025, en publicación).

sean capaces de utilizar e interpretar la información pertinente en el campo de la gestión del riesgo. También necesitan herramientas claras para hacer frente a las olas de calor. Esto no significa que se deba esperar a que todas las capacidades estén plenamente desarrolladas antes de actuar. Para empezar, cabe apoyarse en lo que ya existe e ir fortaleciendo progresivamente las capacidades. Se trata de un enfoque descentralizado, que permite cerrar la brecha entre lo que sabemos que funciona para proteger los aprendizajes y lo que efectivamente se implementa.

- ▶ **La respuesta idónea depende de las características del calor extremo.** Antes de determinar si es mejor adoptar medidas puntuales, permanentes, localizadas o sistémicas, hay que examinar el número de días afectados, la intensidad de las temperaturas, su distribución a lo largo del calendario escolar y la amplitud territorial de la exposición. Por ejemplo, en entornos que presentan pocos días de calor, basta realizar ajustes de calendario, suspensiones con recuperación o tutorías remotas. En cambio, si el calor compromete gran parte del año escolar, es indispensable contar con infraestructura resiliente. Por otro lado, si las temperaturas apenas exceden el umbral crítico de 26,7 °C, estrategias pasivas como el sombreado o la ventilación cruzada pueden ser suficientes. Ahora bien, si superan ese umbral crítico con mayor contundencia, es posible que sean necesarias medidas activas, como

los sistemas de enfriamiento. También hay que tener en cuenta la distribución temporal: si el calor se concentra en ciertos meses, pueden redistribuirse vacaciones. Si, por el contrario, ocurre a determinadas horas del día, es más efectivo modificar los horarios. Por último, si el riesgo se limita a un número reducido de municipios, es factible aplicar medidas focalizadas, pero cuando afecta a gran parte del sistema educativo se requieren planes nacionales y respuestas escalables.

- ▶ **La integración del riesgo de calor extremo en la planificación educativa se encuentra todavía en una fase incipiente, a pesar de su creciente importancia. Muchos países han implementado políticas de seguridad escolar, pero suelen estar centradas en amenazas como los huracanes o los terremotos.** El calor extremo, en cambio, rara vez forma parte, al menos de manera sistemática, de los planes existentes (Olinger Steeves et al. 2017; Paci-Green et al. 2020). Es una omisión preocupante, ya que factores como la falta de planificación en infraestructura, la ubicación de escuelas en zonas de alto riesgo y la ausencia de estrategias post-catástrofe agravan la vulnerabilidad del sistema educativo frente a potenciales desastres naturales, incluidos los eventos de calor extremo (Pal et al. 2023). Estas deficiencias quedan patentes en los estudios sobre de las crisis de calor extremo que afectaron a los sistemas educativos de Filipinas durante los veranos del 2023 y 2024 en Filipinas: las autoridades adoptaron medidas puntuales —como la suspensión de clases presenciales, la modificación de horarios y el uso de métodos alternativos de enseñanza—, pero la ausencia de planes institucionales sólidos impidió ofrecer una respuesta coherente y sostenida en el tiempo (Preña y Labayo 2024). Para avanzar hacia una gestión efectiva del riesgo, es clave que las escuelas elaboren planes específicos que tomen en consideración la climatología local, la infraestructura disponible y el perfil comunitario. Esto implica, a su vez, formar a los docentes, reorganizar las actividades pedagógicas con arreglo a las condiciones térmicas y llevar a cabo un seguimiento sistemático del entorno con vistas a activar respuestas preventivas (Shortridge et al. 2022).
- ▶ **En resumen, la planificación es el eje de las respuestas del sistema educativo al calor extremo.** Sin procesos de planificación basados en datos y en una gestión moderna, los sistemas educativos no pueden identificar dónde son mayores los riesgos ni cuáles son sus características, lo que dificulta asignar recursos de manera eficiente y diseñar respuestas adaptadas a cada contexto. Incorporar el riesgo climático a la planificación educativa —apoyándose en sistemas de información y en sólidas capacidades técnicas— permite anticipar escenarios, priorizar intervenciones y orientar inversiones hacia los territorios más afectados. De este modo, se fortalece la capacidad de los sistemas para prevenir, responder y recuperarse, se protege el aprendizaje y se reducen las desigualdades. En última instancia, una planificación sensible al calor extremo es lo que permite transformar estrategias aisladas en una respuesta coherente y sostenible, capaz de construir un sistema educativo verdaderamente resiliente.

Capítulo 6.

● **Cómo financiar la resiliencia de la educación al calor extremo**

- ▶ **Para que las intervenciones propuestas no queden en papel, es indispensable asegurar financiamiento sólido que permita implementarlas de manera efectiva y sostenida en el tiempo.** Aumentar la resiliencia de los sistemas educativos al calor extremo requiere más que comprender sus impactos, identificar las zonas de riesgo y diseñar intervenciones destinadas a adaptar la infraestructura escolar, flexibilizar el calendario académico y fortalecer las modalidades educativas a distancia en las escuelas más expuestas y vulnerables. Requiere poner en marcha estrategias de financiación que permitan sostener esas intervenciones, combinando un uso eficiente de los recursos existentes con la movilización de nuevas fuentes de financiamiento.
- ▶ **Estas inversiones no son solo indispensables para garantizar que los sistemas educativos puedan funcionar en condiciones seguras y resilientes, sino también para evitar el altísimo costo de la inacción.** La evidencia indica que los estudiantes pierden en promedio un 1% de aprendizaje por cada día adicional con temperaturas por sobre los 26,7 °C (Park et al. 2021). En América Latina y el Caribe, más de 15 millones de estudiantes están en riesgo por calor extremo. Un aumento de solo 10 días de calor extremo por año lectivo llevaría a pérdidas de 1,2 años de aprendizaje a lo largo de su trayectoria educativa. Estas pérdidas podrían llegar a suponer un 11% de sus ingresos futuros (de acuerdo con Psacharopoulos y Patrinos 2018) y superar los US\$22.000 millones PPP anuales, lo que equivale a un 0,18% del PIB de toda la región. Esta cifra podría ser aún mayor, ya que no incluye a todos los países, y no toma en cuenta efectos acumulativos ni otros costos, como las repercusiones sobre la salud, la productividad o la recaudación fiscal.
- ▶ **Para financiar la resiliencia educativa se requiere no sólo movilizar nuevas fuentes y aprovechar mecanismos innovadores de financiamiento, que expandan los recursos disponibles y garanticen la sostenibilidad sino también distribuir los recursos existentes de manera eficiente.** El financiamiento debe ser suficiente, para garantizar que todas las escuelas cuenten con los recursos necesarios; justo, priorizando a las escuelas ubicadas en las zonas más expuestas y vulnerables; eficiente, de modo que cada dólar invertido se traduzca en mejoras reales en infraestructura, servicios y aprendizajes; sostenible, con el fin de garantizar la continuidad de la intervención y no depender exclusivamente de fondos extraordinarios; y transparente, es decir, basado en criterios claros para que los recursos lleguen a las comunidades educativas prioritarias y su uso pueda ser monitoreado y evaluado. No se trata únicamente de redistribuir los recursos ya existentes, sino de abrir nuevas fuentes de financiamiento, generar sinergias intersectoriales y aprovechar oportunidades para acceder a mecanismos innovadores de financiamiento —como bonos verdes, cooperación internacional o alianzas público-privadas— que amplíen los recursos disponibles para hacer frente al calor extremo.

Mobilizar recursos para la resiliencia educativa al calor extremo

- ▶ **El financiamiento de las inversiones necesarias para fortalecer la resiliencia del servicio educativo frente al calor extremo se topa con múltiples restricciones presupuestarias.** Gran parte del gasto educativo, más del 60%, se destina a pagar los salarios de los docentes, lo que deja escaso margen para inversiones en infraestructura, innovación o adaptación climática. Por otro lado, la alta dependencia de transferencias nacionales y asignaciones históricas limita la capacidad de priorizar a las escuelas más expuestas y vulnerables (Elacqua et al. 2025). A esto se suma la tensión entre adecuación y equidad del gasto educativo.
- ▶ **Si se pretende garantizar aprendizajes suficientes para todos y priorizar al mismo tiempo a los más expuestos y vulnerables, es indispensable encontrar recursos adicionales.** De lo contrario, los grupos no beneficiados por las reasignaciones tienden a considerarse perjudicados, lo cual da pie a resistencias políticas y sociales. Por otro lado, la inversión en la resiliencia del sistema educativo produce beneficios de largo plazo, que son poco visibles, lo que dificulta justificar por qué se les da prioridad sobre otras necesidades, más urgentes y de impacto inmediato. Además, la competencia por los recursos del sector favorece a actores con mayor capacidad de presión política, como la educación superior (Elacqua et al. 2025). En conjunto, esta inercia en el gasto y los compromisos preexistentes a ciertos gastos limitan la capacidad de invertir e innovar en estrategias que protejan los aprendizajes y garanticen condiciones adecuadas para los estudiantes más expuestos al calor extremo.
- ▶ **Frente a estas restricciones, un primer paso consiste en movilizar más recursos para la educación en general y para la resiliencia del servicio educativo en particular.** Varios países de la región ya han implementado herramientas como metas de gasto para la educación, fondos etiquetados o impuestos específicos para responder a ciertas prioridades, como la alimentación escolar y la educación básica pública. Por ejemplo, Brasil financia parte de la educación básica con un impuesto del 2,5% sobre los sueldos de los trabajadores del sector privado, y Bolivia reserva parte de un impuesto directo a los hidrocarburos a la infraestructura educativa (Elacqua et al. 2025). En otros casos, se han redirigido recursos asignados a la recuperación posterior a situaciones de emergencias hacia la prevención de estas situaciones. México, a través del Fondo de Desastres Naturales, incorporó un componente preventivo que destina automáticamente una fracción de los recursos de reconstrucción no utilizados a la reducción de riesgos. Se demuestra así que es posible reorientar fondos originalmente reactivos hacia medidas anticipatorias (Banco Mundial 2012).
- ▶ **Otra opción es la emisión de deuda temática para financiar proyectos con beneficios sociales y ambientales.** Un ejemplo en educación son los “bonos educativos verdes” lanzados en Chile en 2020 para financiar la construcción y renovación de escuelas con criterios de eficiencia energética. Este proyecto permitió reducir costos operativos y liberar recursos para programas pedagógicos (Elacqua et al. 2025). Aunque estas estrategias todavía no se han aplicado para hacer frente al desafío del calor extremo, ofrecen modelos concretos que pueden ser aprovechados. Establecer metas de gasto vinculadas a criterios de riesgo climático, destinar parte de los ingresos específicos a escuelas expuestas, o adaptar fondos existentes en virtud de nuevas normas de asignación permitiría ampliar de manera notable los recursos disponibles para adaptar los sistemas educativos al fenómeno del calor extremo.

- ▶ **También es posible apalancar fondos públicos e internacionales destinados específicamente a compromisos climáticos para invertir en la resiliencia escolar frente al calor extremo.** Integrar al sector educativo en los Planes Nacionales de Adaptación y en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas abre la posibilidad de alinear presupuestos y acceder a financiamiento climático internacional, que exigiría, eso sí, una coordinación estrecha con otros sectores (NAP Global Network, 2025). Esta coordinación también permite diseñar inversiones conjuntas en servicios básicos —como agua y energía— que son determinantes para mantener las escuelas abiertas y en condiciones de seguridad durante olas de calor. Un ejemplo es el Programa de Abastecimiento de Agua Potable a Pequeñas Localidades y Escuelas Rurales en Uruguay, que gracias a la articulación de los sectores de agua y educación dotó de agua potable a 325 comunidades y 259 escuelas (Gonzalez et al. 2024). El acceso a fondos internacionales, como el Fondo Verde para el Clima o el Fondo de Adaptación, constituye una fuente adicional. Se sabe que solo el 13% de los proyectos financiados por estos fondos incluían alguna intervención relacionada con la educación, y apenas uno estaba centrado principalmente en la educación, pero los propios fondos reconocen la necesidad de dar mayor prioridad a este sector (Children’s Environmental Rights Initiative, 2023). Este modelo demuestra que la coordinación intersectorial permite aprovechar recursos existentes y captar nuevos recursos de otros sectores para financiar estrategias de resiliencia educativa.
- ▶ **A estas herramientas se suman una serie de mecanismos de financiamiento innovadores, que brindan la oportunidad de movilizar recursos adicionales hacia proyectos de resiliencia educativa frente al calor extremo.** Los bancos multilaterales de desarrollo, incluido el BID, están alentando el uso de garantías para refinanciar deuda de los países generando ahorros que pueden destinarse a inversiones como las que se presentan en esta publicación. También se están desarrollando mecanismos de cofinanciamiento, que combinan fondos multilaterales con subvenciones de donantes o fondos internacionales climáticos, que permiten movilizar más inversiones hacia la resiliencia climática. Dentro de este grupo, destaca BID CLIMA, programa piloto basado en resultados que recompensa a los países que invierten en las capacidades necesarias para acceder al financiamiento de los mercados de deuda verde y temática. BID CLIMA aprobó en 2025 su primera operación educativa en El Salvador, destinada a ampliar la oferta construyendo y rehabilitando centros escolares resilientes al clima. Por último, contar con recursos de asistencia técnica permite también guiar a los países hacia inversiones de resiliencia climática. Una de ellas es Preparados y Resilientes en las Américas, programa regional diseñado para potenciar la resiliencia ante desastres en América Latina y el Caribe, que cuenta con fondos de asistencia técnica en ese terreno.
- ▶ **La movilización de recursos privados para financiar la resiliencia del servicio educativo también brinda una herramienta importante.** En particular, las alianzas público-privadas se han consolidado como una herramienta estratégica para mejorar la infraestructura educativa en América Latina y el Caribe. Aunque aún son poco frecuentes en el ámbito de la resiliencia climática, las alianzas público-privadas representan una alternativa innovadora para atraer capital privado a la infraestructura escolar, teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias del sector público, así como su limitada capacidad de endeudamiento o de recaudación de nuevos impuestos (Casady et al. 2024). Estas alianzas público-privadas combinan los recursos y la innovación del sector privado con el mandato social del sector público. Permiten acelerar la construcción y el mantenimiento de escuelas, garantizando estándares de calidad a largo plazo y liberando recursos públicos para otras prioridades. Entre los ejemplos de éxito de este tipo de alianzas figuran el programa de participación público-privada de la Administración Nacional de Educación Pública de Uruguay, con la construcción y mantenimiento de 255 centros; el de Belo Horizonte (Brasil), donde se diseñaron, construyeron y mantienen más de 50 escuelas con contratos de 20 años; y los colegios emblemáticos de Perú, que reconstruyen y mantienen escuelas públicas mediante alianzas público-privadas.

Distribuir recursos para fortalecer las zonas de alto riesgo

- ▶ **Tan importante como movilizar recursos es asegurar que se distribuyan de forma justa, eficiente y sostenible.** Definir a quién se entregan, en qué forma y en qué cantidad es fundamental para que las respuestas —infraestructura resiliente, calendarios flexibles y modalidades a distancia— realmente puedan ser implementadas y lleguen efectivamente a los sistemas educativos con mayor exposición al calor extremo y menor capacidad de respuesta.
- ▶ **El uso de criterios técnicos y fórmulas de financiamiento para definir la distribución permite garantizar que los recursos respondan a las necesidades reales del sistema educativo.** Los criterios técnicos y fórmulas de financiamiento establecen un conjunto de normas que determina el monto a transferir a cada unidad educativa (territorio y escuela, entre otros) (Elacqua et al. 2025). En el caso del calor extremo, los criterios deberían incorporar variables de exposición y vulnerabilidad frente a la amenaza para priorizar a las comunidades escolares con mayor exposición y menor capacidad de respuesta.
- ▶ **En América Latina ya existen modelos de distribución diferenciada por nivel socioeconómico que pueden adaptarse al desafío del calor extremo.** El Fondo de Mantenimiento y Desarrollo de la Educación Básica (FUNDEB) de Brasil, la Ley de Subvención Escolar Preferencial (Ley SEP) de Chile y el Programa de Transferência de Recursos Financeiros (PTRF) de São Paulo ofrecen valiosos ejemplos de cómo aplicar criterios de equidad, flexibilidad y sensibilidad territorial. Una fórmula climáticamente sensible podría tomar nota de estas experiencias y combinar criterios redistributivos con capacidad de adaptación local a las necesidades climáticas. De este modo, la distribución de recursos no solo mitigaría los impactos inmediatos del calor sobre los aprendizajes, sino que también fortalecería las bases institucionales para responder a los riesgos crecientes en el futuro.

Experiencias de asignación diferenciada de recursos educativos en América Latina

El Fondo de Mantenimiento y Desarrollo de la Educación Básica (FUNDEB) - Brasil

En Brasil, el Fondo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB) es el principal mecanismo de financiamiento de la educación básica del país. Financiado con cargo a los impuestos recaudados por estados y municipios, que se complementan con aportes federales, redistribuye recursos según una fórmula que pondera el número de matrículas por nivel, modalidad educativa y, más recientemente, el nivel de vulnerabilidad socioeconómica de los estudiantes, ajustada por factores de costo. Esta lógica de asignación diferenciada, que permite dar más apoyo a las escuelas que más lo necesitan, ofrece una base sólida para incluir un factor de vulnerabilidad al calor extremo que permita asignar más recursos a las escuelas más expuestas al riesgo climático. El carácter descentralizado del FUNDEB permitiría implementar soluciones adaptadas a las realidades locales estableciendo bonificaciones a la infraestructura adaptativa y habilitando fondos destinados a garantizar la continuidad pedagógica durante las interrupciones por calor.

La Subvención Escolar Preferencial (SEP) - Chile

En Chile, la Subvención Escolar Preferencial (SEP) opera conforme a un principio de equidad vertical, ya que aporta financiamiento adicional a las escuelas que atienden a estudiantes considerados prioritarios, definidos por su situación de vulnerabilidad socioeconómica. El monto por estudiante

aumenta en función de la proporción de alumnos prioritarios inscritos en el establecimiento y el nivel de control de los fondos se ajusta en función del desempeño de la escuela. Las medidas financiadas estudiantes más vulnerables. Este mecanismo se basa en el principio de que no todos los estudiantes se enfrentan a los mismos obstáculos para aprender, y que, por tanto, deben recibir más recursos quienes más lo necesitan. También prevé que sean las mismas comunidades educativas las que identifiquen las medidas más adecuadas. Este principio también puede aplicarse a la hora de diseñar de una asignación sensible al problema del calor, que identifique a los estudiantes más afectados por el calor —ya sea por vivir en zonas expuestas o por asistir a escuelas sin condiciones adecuadas— y canalice hacia ellos recursos destinados específicamente a promover la adaptación, en función de las prioridades definidas por cada comunidad escolar.

El Programa de Transferencia de Recursos Financieros (PTRF) – São Paulo, Brasil

El PTRF transfiere recursos directamente a las escuelas públicas para garantizar un mantenimiento preventivo y respuestas inmediatas en situaciones de emergencia en función del número de matrículas y las características de la infraestructura de las escuelas. Los fondos son administrados por asociaciones de padres y de docentes u otros órganos escolares similares, que disponen de los fondos con autonomía, ateniéndose a ciertas directrices generales, lo que permite adoptar con rapidez medidas en respuesta a necesidades urgentes sin necesidad de largos trámites burocráticos. A nivel nacional, Brasil cuenta también con el Programa Dinero Directo en la Escuela (PDDE), cuyos criterios y modo de funcionamiento se asemejan al del PTRF. En el contexto del calor extremo, los fondos de uso flexible pueden facilitar acciones como la compra de ventiladores, la adecuación de espacios de sombra y el ajuste de horarios.

- ▶ **Al elaborar una fórmula de distribución sensible al calor extremo hay que definir variables, montos y ponderaciones que orienten la asignación de recursos de manera justa y eficiente.** Las variables deben reflejar las tres dimensiones que determinan el riesgo: la amenaza, que se mide por la intensidad, duración y frecuencia de las olas de calor que afectan a cada territorio; la exposición, determinada a partir del número de escuelas, estudiantes y docentes localizados en esas zonas de amenaza alta o muy alta; y la vulnerabilidad al calor extremo, evaluada mediante indicadores de capacidad de respuesta, como la tasa de pobreza, la calidad de la infraestructura escolar o el acceso a servicios básicos. Una vez seleccionadas estas variables, es necesario definir montos que reflejen el costo real de cerrar las brechas que cada una representa. Por ejemplo, si la variable es la calidad de la infraestructura, los recursos deben cubrir mejoras en ventilación, techos o acceso a agua. Si la variable es el número de estudiantes expuestos, los montos deben reflejar el costo de adaptar la enseñanza o proveer modalidades a distancia para ese grupo. Las ponderaciones, por su parte, cumplen la función de otorgar mayor peso a las variables que concentran simultáneamente mayor exposición y menor capacidad de respuesta, con el fin de orientar de manera prioritaria el financiamiento hacia las comunidades escolares con mayor riesgo y menor capacidad de respuesta.
- ▶ **Para que una fórmula de distribución sensible al calor extremo funcione en la práctica, es importante contar con datos sólidos y estimaciones de costos realistas.** Disponer de datos confiables sobre las zonas más afectadas por las olas de calor, las escuelas, los estudiantes y los docentes expuestos, la capacidad de adaptación térmica de las comunidades educativas -incluyendo el estado de los edificios y las necesidades de inversión en ventilación, climatización o mejoras estructurales, o la disponibilidad de los insumos necesarios para impartir educación a distancia -, así como de estimaciones detalladas de los costos de las intervenciones favorece una distribución más justa, eficiente y atenta a las verdaderas brechas del sistema educativo frente al calor extremo. En cambio, una proyección incorrecta puede traducirse en que algunas escuelas reciban materiales

o fondos que no requieren, y que otras, más expuestas y vulnerables, sufran un déficit que limite su capacidad de adaptación. Es posible que para alcanzar semejante nivel de precisión haya que fortalecer las fuentes de información, pero los sistemas educativos pueden avanzar desde ya utilizando los datos disponibles para trazar un panorama preliminar y, sobre esa base, ir construyendo sistemas más completos y precisos, que combinen información climática, social y de infraestructura, y permitan priorizar intervenciones y orientar la asignación de recursos hacia las comunidades que más los necesitan. Se garantiza así que las medidas adoptadas tengan un impacto real en la resiliencia educativa frente al calor extremo.

- ▶ **Una vez definidas las variables y recabados datos confiables, la asignación de recursos depende de cómo se organice el financiamiento educativo de cada país.** En lo que respecta a la gobernanza, la distribución de financiamiento puede funcionar de acuerdo con un modelo centralizado, que canaliza los fondos desde el nivel nacional, lo que favorece la equidad territorial, pero responde menos a las necesidades locales; o bien conforme a un sistema descentralizado, que otorga la gestión de los recursos a las escuelas o las familias, lo que propicia mayor pertinencia y rapidez, si bien exige fortalecer las capacidades locales. Respecto al tipo de recurso, las transferencias monetarias otorgan flexibilidad para que las escuelas o gobiernos locales decidan la mejor combinación de medidas de adaptación en función de las necesidades locales. Ahora bien, si están excesivamente condicionadas pueden limitar el alcance de la respuesta, en tanto que proporcionar insumos desde el nivel central resulta útil en contextos en los que no existe oferta local de determinados insumos, por ejemplo, los insumos necesarios para poner a punto sistemas de ventilación o techos aislantes.
- ▶ **La implementación de fórmulas de financiamiento sensibles al calor extremo requiere un enfoque práctico que permita pasar de la teoría a la acción de manera gradual.** La incorporación progresiva de criterios de exposición y vulnerabilidad al calor extremo en los sistemas de asignación ya existentes permite evitar cambios abruptos que podrían generar disrupciones en la gestión financiera o resistencias asociadas a la percepción de pérdida relativa de recursos en territorios no priorizados. Diseñar mecanismos de compensación transitorios, estrategias de diálogo inclusivo y procesos participativos que involucren desde el inicio a autoridades locales, comunidades escolares y actores políticos, así como garantizar la transparencia de los criterios y la rendición de cuentas, fortalece la legitimidad de las decisiones, evita resistencias y ayuda a mantener el apoyo a lo largo del tiempo. La comunicación es clave para dejar claro que el calor extremo afecta al aprendizaje y que invertir en adaptación no es un gasto adicional, sino una estrategia destinada a fortalecer la calidad y la equidad educativa.

Lecciones para fortalecer la resiliencia educativa al calor extremo

- ▶ **El estudio demuestra que el calor extremo es una amenaza real y creciente para la educación en América Latina y el Caribe.** Cuando los sistemas educativos no pueden garantizar el confort térmico ni la continuidad del servicio, las altas temperaturas reducen el tiempo efectivo de aprendizaje, deterioran el desempeño docente y limitan la capacidad de concentración de los estudiantes. Su persistencia y creciente intensidad no solo afectan los aprendizajes, sino que también incrementan la deserción escolar y debilitan la formación de capital humano, comprometiendo el desarrollo futuro de la región.
- ▶ **El análisis del riesgo educativo frente al calor extremo revela una realidad preocupante: una parte significativa de los sistemas educativos se ubican en territorios con alta amenaza térmica y tienen limitada capacidad de adaptación.** En los últimos cinco años, más del 36% de los establecimientos y cerca del 30% de los estudiantes y docentes estuvieron expuestos a temperaturas superiores a 26,7 °C durante 70 a 80 días escolares al año. Las proyecciones advierten que esta situación se agravará, y que más del 40% de los establecimientos y 35% de los estudiantes y docentes podrían ver comprometidos sus aprendizajes.
- ▶ **La magnitud de estas cifras subraya la urgencia de actuar y orientar los esfuerzos hacia donde más se necesitan.** Fortalecer la resiliencia educativa frente al calor extremo requiere identificar los sistemas más expuestos y comprender sus características para definir intervenciones acordes a la realidad local.
- ▶ **Las soluciones existen y son rentables.** Las inversiones en infraestructura escolar que garantice el confort térmico en las aulas pueden multiplicar entre 2 y más de 40 veces su valor en beneficios futuros, mientras que la flexibilización de los servicios educativos para evitar los periodos de mayor calor y mantener la continuidad educativa—a través de calendarios adaptativos o modalidades de educación a distancia— genera retornos de entre 2 y 55 veces por dólar invertido.
- ▶ **La implementación de estas medidas demanda procesos de planificación que permitan anticipar y responder al calor.** Integrar los riesgos asociados al calor extremo en la planificación educativa permitirá orientar las inversiones según la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, y fortalecer las capacidades institucionales a todos los niveles. Consolidar sistemas de información y gestión educativa (SIGED) que incorporen datos climáticos facilitará anticipar, activar y monitorear respuestas oportunas. Del mismo modo, el diseño de las estrategias debe considerar la intensidad y duración del calor en cada territorio: mientras los episodios breves pueden abordarse con ajustes de calendario o educación a distancia, la exposición prolongada exige infraestructura resiliente y servicios flexibles que aseguren la continuidad del aprendizaje.
- ▶ **El financiamiento constituye un pilar decisivo para hacer viables y sostenibles estas estrategias.** Incluir criterios de riesgo al calor en los presupuestos educativos y movilizar recursos adicionales —provenientes de fondos climáticos, cooperación internacional o inversiones privadas— es esencial para asegurar la continuidad y sostenibilidad de las intervenciones. Solo mediante esquemas financieros estables y predecibles será posible transformar la evidencia en acción y proteger los aprendizajes ante un entorno cada vez más cálido.

- ▶ **Hoy sabemos cómo y cuándo el calor empieza a dañar el aprendizaje; cuánto puede perder un estudiante; dónde están las escuelas más expuestas; qué estrategias funcionan; y cómo financiarlas.** Esta publicación ofrece las claves para lograrlo. Adaptar la educación al calor extremo no es solo una necesidad urgente, es una inversión para proteger los aprendizajes de hoy y el desarrollo humano de mañana.

Referencias

Abizanda, B. et al. (2022). *¿Cómo reconstruir la educación postpandemia? Soluciones para cumplir con la promesa de un mejor futuro para la juventud*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004241>

Acemoglu, D. et al. (2017). *Innovation, reallocation and growth*. NBER Working Paper, 18993. <https://www.nber.org/papers/w18993>

Acevedo, I., Flores, I., Székely, M., & Zoido, P. (2022). *¿Qué ha sucedido con la educación en América Latina durante la pandemia?* Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004175>

Aghion, P., Akcigit, U., Hyytinen, A., & Toivanen, O. (2023). 2022 Klein Lecture: Parental education and invention: The Finnish enigma. *International Economic Review*, 64(2), 453–490. <https://doi.org/10.1111/iere.12632>

Alfonso et al. (2025). *Development and validation of the Emotional Responses to Climate Change Scale*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). [manuscrito no publicado]

Albatayneh, Mohaidat, Alkhalzali, & Dalalah. (2019). *The influence of a building's orientation on the overall thermal performance*. *Environmental Science and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.21625/essd.v3iss1.276>

Albuja, J., Foliaco, B., Bula, A., & Gonzalez-Quiroga, A. (2022). *Potential of hybrid radiant cooling with infrared-transparent membranes to improve thermal comfort in hot and humid climate*. *International Journal of Thermofluids*, 16, 100214. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2022.100214>

Anderson et al. (2000). Temperature and aggression. *Advances in Experimental Social Psychology*, 32, 63–133. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(00\)80004-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(00)80004-0)

Andalón, Azevedo, Rodríguez-Castelán, & Sanfelice. (2016). Weather shocks and health at birth in Colombia. *World Development*, 82, 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.01.015>

Angrist et al. (2023). *Building resilient education systems: Evidence from large-scale randomized trials in five countries*. NBER Working Paper, 31208. Cambridge, MA. <https://www.nber.org/papers/w31208>

Arias Ortiz, E. et al. (2019). *Del papel a la nube: Cómo guiar la transformación digital de los Sistemas de Información y Gestión Educativa (SIGED)*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0001749>

Arias Ortiz, E., Giambruno, C., Muñoz Stuardo, G., & Pérez Alfaro, M. (2021). *Camino hacia la inclusión educativa: 4 pasos para la construcción de sistemas de protección de trayectorias: Paso 1: Exclusión educativa en ALC: ¿cómo los sistemas de protección de trayectorias pueden ayudar?*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0003455>

Arias Ortiz, Giambruno, Pérez Alfaro, & Eusebios. (2025, próxima publicación). *Tablero de control de aplicación instrumento SIGED en ALC Power BI*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Arceo-Gómez, E. O., & López-Feldman, A. (2024). Extreme temperatures and school performance of the poor: Evidence from Mexico. *Economics Letters*, 238, 111700. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.111700>

Assari, S., & Zare, H. (2025). Extreme heat exposure and adolescent cognitive function. *Open Journal of Neuroscience*, 3(1), 1247. <https://doi.org/10.31586/ojn.2025.1247>

Attia et al. (2022). *Comparison of thermal energy saving potential and overheating risk of four adaptive façade technologies in office buildings*. *Sustainability*, 14, 6106. <https://doi.org/10.3390/su14106106>

Ayebi-Arthur, K. (2017). *E-learning, resilience and change in higher education: Helping a university cope after a natural disaster*. *E-Learning and Digital Media*, 14(5), 259–274. <https://doi.org/10.1177/2042753017751712>

Bagolle, A., Costella, C., & Goyeneche, L. (2023). *Protección social y cambio climático: ¿cómo proteger a los hogares más vulnerables frente a las nuevas amenazas climáticas?* Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004846>

Bangalore et al. (2017). *Unbreakable: Building the resilience of the poor in the face of natural disasters*. Washington, D.C.: Banco Mundial. <http://hdl.handle.net/10986/25335>

Banco Mundial. (2012). *FONDEN. Mexico's Natural Disaster Fund – A Review*. <https://hdl.handle.net/10986/26881>

- Banco Mundial. (2017). *Movilidad en América Latina: mejor que sus padres, pero no que sus pares*. <https://www.bancomundial.org/es/news/opinion/2017/10/18/movilidad-en-america-latina-mejor-que-padres-pero-no-que-pares>
- Barandiarán et al. (2019). *Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID: Documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://dx.doi.org/10.18235/0002041>
- Behrer, A. P., & Bolotnyy, V. (2022). *Heat, crime, and punishment. Policy Research Working Paper 9909*. Washington, D.C.: Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/205651643052206856>
- Boix-Vilella, S., Saiz-Clar, E., León-Zarceño, E., & Serrano, M. A. (2021). *Influence of air temperature on school teachers' mood and the perception of students' behavior*. *Sustainability*, 13(17), 9707. <https://doi.org/10.3390/su13179707>
- Borgen, N. T., Markussen, S., & Raaum, O. (2023). *Socioeconomic differences in the long-term effects of teacher absence on student outcomes*. *European Societies*, 26(3), 639-667. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39044744/>
- Bos, M.S. & Schwartz, L. (2023). *Educación y cambio climático: ¿cómo desarrollar habilidades para la acción climática en la edad escolar?* Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004917>
- Bos, M.S., Schwartz, L., & Licheri, M.. (2018). *Escuelas del Siglo XXI en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0001450>
- Brambilla, A., Bonvin, J., Flourentzou, F., & Jusselme, T. (2018). *On the Influence of Thermal Mass and Natural Ventilation on Overheating Risk in Offices*. *Buildings*. 8. 47. 10.3390/buildings8040047
- Bunker et al. (2024). *The effects of cool roofs on health, environmental, and economic outcomes in rural Africa: Study protocol for a community-based cluster randomized controlled trial*. *Trials* 25, 59. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07804->
- Burns, M. (2023). *Distance education for teacher training: Modes, models and methods*. Washington, D.C.: Education Development Center. <https://edc.org/resources/distance-education-for-teacher-training-modes-models-and-methods/>
- Cabezas, J. (2013). *Eficiencia energética a través de pozos canadienses: caso real Casa Pomaret* [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya]. *Repositorio UPCommons*. <https://hdl.handle.net/2099.1/21068>
- Casady, Cepparulo, & Giuriato. (2024). *Public-private partnerships for low-carbon, climate-resilient infrastructure: Insights from the literature*. *Journal of Cleaner Production*, 470, 143338. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143338>
- Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS). (2022). *Estadísticas socioeconómicas para América Latina [Base de datos]*. Universidad Nacional de La Plata. <https://www.cedlas.econo.unlp.edu.ar/wp/estadisticas/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). *Preventing and reducing school dropout in Latin America and the Caribbean*. <https://hdl.handle.net/11362/68815>
- Chapelet, P. (2022). *Analysis of the Education Management and Information System of Jamaica: Diagnosis and proposal for strengthening the EMIS*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004619>
- Children's Environmental Rights Initiative (2023). *Falling short: Addressing the climate finance gap for children*. <https://resourcecentre.savethechildren.net/pdf/Climate-Finance-Report-final.pdf>
- Chioda. (2016). *Fin a la violencia en América Latina: una mirada a la prevención desde la infancia a la edad adulta*. Washington, D.C.: Banco Mundial. doi: 10.1596/978-1-4648-0664-3
- Cho, H. (2017). *The effects of summer heat on academic achievement: A cohort analysis*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 185-196. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.03.005>
- Clayton, S. (2020). *Climate anxiety: Psychological responses to climate change*. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 102263. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>
- Coffey et al. (2021). *Understanding eco-anxiety: A systematic scoping review of current literature and identified knowledge gaps*. *The Journal of Climate Change and Health*, 3, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>
- Cobo, C., Hawkins, R., & Rovner, H. (2020). *How countries across Latin America use technology during COVID-19-driven school closures*. Banco Mundial. <https://blogs.worldbank.org/en/education/how-countries-across-latin-america-use-technology-during-covid19-driven-school-closures>
- Commings et al. (2015). *Case study of a double skin façade: Focus on the gap between predicted and measured*. En VII International Congress on Architectural Envelopes (27-29 de mayo de 2015, San Sebastián-Donostia, España). https://www.researchgate.net/publication/320188329_Case_study_of_a_double_skin_facade_focus_on_the_gap_between_predicted_and_measured
- Costa & Goldemberg. (2025). *Too hot to learn? Evidence from high school dropouts in Brazil*. *Economics Letters*, 247, 112157. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.112157>

- De Cian, E. et al (2019). *Households' adaptation in a warming climate: Air conditioning and thermal insulation choices*. *Environmental Science and Policy*, 100, 136–157. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.06.015>
- Deressa, et al. (2009). *Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia*. *Global Environmental Change*, 19(2), 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.002>
- Duarte, J., Gargiulo, C., & Martín, M. (2013). *Infrastructure and learning in Latin American elementary education: An analysis based on the SERCE*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://dx.doi.org/10.18235/0009016>
- Duarte, J., Jaureguiberry, F., & Racimo, M. (2017). *Sufficiency, equity and effectiveness of school infrastructure in Latin America according to TERCE*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0006344>
- EDHEC. (2021). *Advantages and disadvantages of online education*. EDHEC Business School. <https://www.edhec.edu/en/news/advantages-and-disadvantages-online-education>
- EiE Hub. (2023). *Leveraging education in emergencies for climate action: Evidence, strategic opportunities, and promising practices*. Geneva Global Hub for Education in Emergencies. <https://eiehub.org/resource/leveraging-education-in-emergencies-for-climate-action>
- Elacqua, G., Navarro-Palau, P., Prada, M. F., & Soares, S. (2020). *Hablemos de política educativa en América Latina y el Caribe #5: Educación a distancia, semipresencial o presencial: ¿Qué dice la evidencia?* Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0002998>
- Elacqua, G., et al. (2025). *Gasto inteligente en educación escolar en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0013632>
- Comisión Europea / EACEA / Eurydice. (2021). *The organisation of school time in Europe: Primary and general secondary education – 2021/22*. <https://doi.org/10.2797/63021>
- Evans, D., & Yuan, F. (2019). *Equivalent years of schooling: A metric to communicate learning gains in concrete terms*. Policy Research Working Paper 8752. Washington, D.C.: Banco Mundial. <https://hdl.handle.net/10986/31315>
- Fischel, E., et al. (2023). *Escuelas verdes: Lineamientos para el diseño de infraestructura escolar sostenible, baja en carbono y resiliente*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0005366>
- Fishman, Carrillo, & Russ. (2019). *Long-term impacts of exposure to high temperatures on human capital and economic productivity*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, 221–238. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.10.001>
- Fujii, H. et al. (2015). *Fatigue and sleep under large summer temperature differences*. *Environmental Research*, 138, 17–21. 10.1016/j.envres.2015.02.006
- G1. (2025). *Quase 75% das escolas estaduais do RS não têm ar-condicionado; aulas foram suspensas por onda de calor*. G1 Brasil. <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2025/02/10/quase-75percent-das-escolas-estaduais-do-rs-nao-tem-ar-condicionado-aulas-foram-suspensas-por-onda-de-calor.ghtml>
- Garg, T., Jagnani, M., & Taraz, V. (2020). *Temperature and human capital in India*. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 7, 1113–1150. <https://doi.org/10.1086/710066>
- Giraldo. (2018). *Optimización del confort térmico en clima ecuatorial con tecnologías pasivas en fachadas [Tesis de grado]*. Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68080>
- González-Hidalgo, G., Sánchez-Flores, H., & López-Castellanos, G. (2011). *Stress test at 44 °C and 80 % of humidity and usefulness of ice suit*. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 49, 487–492. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22185848/>
- González et al. (2024). *Acceso a agua y saneamiento: un servicio esencial en los centros educativos*. Blog del BID – Agua. <https://blogs.iadb.org/agua/es/acceso-a-agua-y-saneamiento-un-servicio-esencial-en-los-centros-educativos>
- Goodman, J. (2014). *Flaking out: Student absences and snow days as disruptions of instructional time*. Working Paper 20221. Washington, D.C.: Banco Nacional de Investigación Económica (NBER). <https://ssrn.com/abstract=2450921>
- Gottlieb et al. (2024). *Herramienta de integración de tecnologías digitales en los sistemas educativos: Marco conceptual para América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0012913>
- Graff Zivin, H., Hsiang, S., & Neidell, M. (2018). *Temperature and human capital in the short and long run*. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(1).
- Graff Zivin, J., Song, Y., Tang, Q., & Zhang, P. (2020). *Temperature and high-stakes cognitive performance: Evidence from the national college entrance examination in China*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 104, 102365. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102365>
- Global Partnership for Education (GPE). (2023). *Toward climate-smart education systems: A 7-dimension framework for action*. *Global Partnership for Education Working Paper*. Washington, D.C.

- Guimarães et al. (2013). *The influence of ceiling height in thermal comfort of buildings: A case study in Belo Horizonte, Brazil*. *Engineering*, 37, 75-86.
- Hallegatte, S., Fay, M., & Barbier, E. B. (2018). *Poverty and climate change: Introduction*. *Environment and Development Economics*, 23(3), 217–233. <https://doi.org/10.1017/S1355770X18000141>
- Haverinen-Shaughnessy, U., & Shaughnessy, R. J. (2015). *Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores*. *PLoS ONE*, 10(8), e0136165. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136165>
- Helldén, et al. (2021). *Climate change and child health: A scoping review and an expanded conceptual framework*. *The Lancet Planetary Health*, 5(3), e164–e175. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30274-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30274-6)
- Hevia, F., Vergara-Lope, S., Zoido, P., Székely, M., & Almeyda, G. (2023). *Efectos de las tutorías para los tutores: Evidencias de un proyecto de tutorías remotas en México, El Salvador y Guatemala*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0005116>
- Heyes, A., & Saberian, S. (2019). *Temperature and decisions: Evidence from 207,000 court cases*. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(2), 238–265. DOI: 10.1257/app.20170223
- Hoffmann, B., Pulido, X., & Vera-Cossio, D. A. (2023). *The unequal effect of temperature on test scores: Evidence from Colombia*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004832>
- Hovath, & Borgonovi. (2022). *Global warming, pollution and cognitive developments: The effects of high pollution and temperature levels on cognitive ability throughout the life course*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). <https://doi.org/10.1787/319b9a1f-en>
- Huellas de Arquitectura. (2013). *El jardín social de Timayui: Paisaje urbano sostenible*. <https://huellasdearquitectura.com>
- Hume, I. (2024). *Clima y rendimiento académico: El efecto de las altas temperaturas en las pruebas estandarizadas* [Tesis de grado]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/2250/201483>
- Hyndman, Shortridge, & Vanos. (2023). *The impact of indoor and outdoor heat extremes on schoolchildren*. *Sustainability*. DOI: 10.4324/9781003103165-2
- IIEP-UNESCO. (2021). *Strengthening education management information systems for increased resilience to crises: A synthesis of case studies*. París: UNESCO. <https://doi.org/10.54675/HXSH2887>
- IIEP-UNESCO. (2023). *Institutionalizing education in emergencies data production and use for crisis-sensitive educational planning*. París: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388205>
- IIEP UNESCO & GEM (2017). *Reducir la pobreza en el mundo gracias a la enseñanza primaria y secundaria universal*. París: UNESCO. <https://www.unesco.org/gem-report/es/node/91>
- IIEP UNESCO. (s.f.). *Planeamiento educativo sensible al contexto*. <https://www.iiep.unesco.org/es/node/18>
- IPCC. (2020). *The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A summary of cross-working group discussions. Guidance for IPCC authors*. Ginebra: IPCC.
- Juras. (2024). *Measurement of innovative green façades in the Central European climate*. *Buildings*, 14(10), 3181. <https://doi.org/10.3390/buildings14103181>
- Kaffenberger, M. (2021). *Modelling the long-run learning impact of the COVID-19 learning shock: Actions to (more than) mitigate loss*. *International Journal of Educational Development*, 81, 102326. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2020.102326>
- Kagawa, F. (2022). *The Heat is On! Towards a Climate Resilient Education System in India*. Kathmandu: UNICEF Regional Office for South Asia
- Khan, I. et al (2020). *Farm households' risk perception, attitude and adaptation strategies in dealing with climate change: Promise and perils from rural Pakistan*. *Land Use Policy*, 91, 104395. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104395>
- Kussel. (2018). *Adaptation to climate variability: Evidence for German households*. *Ecological Economics*, 143, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.039>
- Lala, & Hagishima. (2023). *Impact of escalating heat waves on students' well-being and overall health: A survey of primary school teachers*. *Climate*, 11(6), Artículo 126. <https://doi.org/10.3390/cli11060126>
- Lanza, M., Alcazar, D. M., Hoelscher, H. W., & Kohl, H. W. (2021). *Effects of trees, gardens, and nature trails on heat index and child health: Design and methods of the Green Schoolyards Project*. *BMC Public Health*, 21, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-10128-2>
- Leichenko, R., & Silva, J. A. (2014). *Climate change and poverty: Vulnerability, impacts, and alleviation strategies*. *WIREs Climate Change*, 5, 539–556. <https://doi.org/10.1002/wcc.287>

- Leme, A., & Maia, I. (2015). *Evaluation of fatigue at work in teachers using modern resources in the classroom*. *Procedia Manufacturing*, 3, 4852–4859. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.601>
- Léger-Goodes, T. et al. (2022). *Eco-anxiety in children: A scoping review of the mental health impacts of the awareness of climate change*. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.872544>
- Leonard, S. (2018). *Temperature and teacher absence: Evidence from 4,085 schools in India* [Tesis de maestría, Universidad de Ottawa]. *Repositorio institucional de la Universidad de Ottawa (RUOR)*. <https://ruor.uottawa.ca>
- Liao, C., Olazabal, E., & Barron, M. (2025). *Effects of temperature shocks during early childhood on school performance: The case of Peru*. *Revista Academia y Negocios*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.29393/RAN11-6ESLO30006>
- Lochner, L., & Moretti, E. (2004). *The effect of education on crime: Evidence from prison inmates, arrests, and self-reports*. *The American Economic Review*, 94, 155–189. <https://doi.org/10.1257/000282804322970751>
- Lochner. (2007). *Individual perceptions of the criminal justice system*. *American Economic Review*, 97(1), 444–460. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.97.1.444>
- Malmquist et al. (2021). *Vulnerability and adaptation to heat waves in preschools: Experiences, impacts and responses by unit heads, educators and parents*. *Climate Risk Management*, 31(5), 10027. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100271>
- Mateo-Berganza Díaz, M. et al. (2019). *Habilidades del siglo 21: Desarrollo de habilidades transversales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0001574>
- McCormack, K. et al (2023). *Education under extremes: Temperature, student absenteeism, and disciplinary infractions*. https://kristen-mccormack.com/files/mccormack_jmp.pdf
- Meili et al. (2025). *Modeling the effect of trees on energy demand for indoor cooling and dehumidification across cities and climates*. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13(3), <https://doi.org/10.1029/2024MS004590>
- Mileti, D. S. (1999). *Disasters by design: A reassessment of natural hazards in the United States*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press. <https://doi.org/10.17226/5782>
- Montjourides. (2013). *Education data in conflict-affected countries: The fifth failure?* *Prospects*, 43(1). <https://doi.org/10.1007/s11125-012-9260-8>
- Montenegro, C. & Patrinos, H.A. (2014). *Comparable estimates of returns to schooling around the world*. *Policy Research Working Paper*; No. 7020. Washington, D.C.: Banco Mundial. <http://hdl.handle.net/10986/20340>
- Montenegro et al. (2024). *Agua y saneamiento en escuelas: Planificación y diseño de instalaciones sanitarias*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://dx.doi.org/10.18235/0013037>
- Muñoz-Najar et al. (2021). *Remote learning during COVID-19: Lessons from today, principles for tomorrow*. Washington, D.C.: Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36535>
- Muttarak, R., & Pothisiri, W. (2013). *The role of education on disaster preparedness: Case study of 2012 Indian Ocean earthquakes on Thailand's Andaman coast*. *Ecology and Society*, 18(4), 51. <https://www.jstor.org/stable/26269420>
- Nairn, J., & Fawcett, R. (2014). *The excess heat factor: A metric for heatwave intensity and its use in classifying heatwave severity*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(1), 227–253. <https://doi.org/10.3390/ijerph120100227>
- NAP Global Network. (2025). *Save the Children and NAP Global Network partner to boost education in adaptation planning*. <https://napglobalnetwork.org>
- NEEFUSA & CMHN. (2025). *Climate emotions in the classroom: Research findings from U.S. public middle school teachers*. <https://neefusa.org>
- Neidhöfer, G., Serrano, J., & Gasparini, L. (2018). *Educational inequality and intergenerational mobility in Latin America: A new database*. *Journal of Development Economics*, 134, 329–349. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.05.016>
- OCDE. (2021). *How much do 15-year-olds learn over one year of schooling?* París: OCDE. <https://doi.org/10.1787/4f32b31c-en>
- OCDE. (2023). *Skills in Latin America: Insights from the Survey of Adult Skills (PIAAC)*. París: OCDE. <https://doi.org/10.1787/0d5d3eaf-en>
- OCDE. (2024). *Education at a glance 2024*. París: OCDE. <https://doi.org/10.1787/69096873-en>
- Olinger Steeves et al. (2017). *Crisis preparedness in schools: Evaluating staff perspectives and providing recommendations for best practice*. *Psychology in the Schools*, 54(6). <https://doi.org/10.1002/pits.22017>
- Oreopoulos, P., & Salvanes, K. G. (2011). *Priceless: The nonpecuniary benefits of schooling*. *Journal of Economic Perspectives*, 25(1), 159–184. [10.1257/jep.25.1.159](https://doi.org/10.1257/jep.25.1.159)

- Osberghaus, D., & Abeling, T. (2022). *Heat vulnerability and adaptation of low-income households in Germany*. *Global Environmental Change*, 72, 102446. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102446>
- Paci-Green, R., et al (2020). *Comprehensive school safety policy: A global baseline survey*. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101399>
- Páez et al. (2025, en proceso de publicación). *Estimación del riesgo a las olas de calor de los sistemas educativos de América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Pal, A., Tsusaka, T. W., Nguyen, T. P. L., & Ahmad, M. M. (2023). *Assessment of vulnerability and resilience of school education to climate-induced hazards: A review*. *Development Studies Research*, 10, 2202826. <https://doi.org/10.1080/21665095.2023.2202826>
- Park, J. (2017). *Temperature, test scores, and human capital production*. Harvard University. https://scholar.harvard.edu/files/jisungpark/files/temperature_test_scores_and_human_capital_production.pdf
- Park, R. J. (2022). *Hot temperature and high-stakes performance*. *Journal of Human Resources*, 57(2), 400–434. DOI: 10.3368/jhr.57.2.0618-9535R3
- Park, J., Goodman, J., Hurwitz, M., & Smith, J. (2020). *Heat and learning*. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(2), 306–339. DOI: 10.1257/pol.20180612
- Park, J., Behrer, A. P., & Goodman, J. (2021). *Learning is inhibited by heat exposure, both internationally and within the United States*. *Nature Human Behaviour*, 5, 19–27. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00959-9>
- Passos et al. (2018). *+SOL +LUZ: Guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://dx.doi.org/10.18235/0001245>
- Pazos, N., et al. (2023). *Long-term effects of rainfall shocks on foundational cognitive skills: Evidence from Peru*. IZA – Instituto de Economía Laboral.
- Pegram, J., & Knaute, D. (2019). *Caribbean children facing the climate crisis*. Christ Church (Barbados): UNICEF – Oficina para el Caribe Oriental.
- Pereira et al. (2022). *Performance of solar control films on building glazing: A Literature Review*. *Applied Sciences*, 12(12), 5923. <https://doi.org/10.3390/app12125923>
- Pérez. (2018). *Efecto de la temperatura en el corto y largo plazo en pruebas educacionales estandarizadas* [Tesis de magíster en Economía]. Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://economia.uc.cl/tesis/Perez-2018.pdf>
- Pérez Alfaro, M., & Bogliaccini, J. (2022). *COVID-19, vuelta a clases y percepciones de las familias: ¿Qué podemos aprender de Uruguay?* <https://blogs.iadb.org/educacion/es/covid-19-vuelta-a-clases-uruguay>
- Pichler, A., & Striessnig, E. (2013). *Differential vulnerability to hurricanes in Cuba, Haiti, and the Dominican Republic: The contribution of education*. *Ecology and Society*, 18(3). <https://doi.org/10.5751/ES-05774-180331>
- Porras-Salazar, J. A., et al . (2018). *Reducing classroom temperature in a tropical climate improved the thermal comfort and the performance of elementary school pupils*. *Indoor Air*, 28, 892–904. DOI: 10.1111/ina.12501
- Prentice, P., Vergunst, B., Minor, K., & Berry, H. (2024). *Education outcomes in the era of global climate change*. *Nature Climate Change Review*. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-01945-z>
- Preña, E. M., & Labayo, C. P. (2024). *Policy responses to extreme heat and its impact on education: The Philippine experience*. *Policy Futures in Education*, 23(3), 652–675. <https://doi.org/10.1177/14782103241288276>
- Psacharopoulos, G., & Patrinos, H. A. (2018). *Returns to investment in education: A decennial review of the global literature*. *Education Economics*, 26(5), 445–458. <https://doi.org/10.1080/09645292.2018.1484426>
- Punyasompun et al. (2009). *Investigation on the application of solar chimney for multi-storey buildings*. *Renewable Energy*, 34(12), 2545–2561. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.03.032>
- Rakotondramiarana. (2015). *Dynamic simulation of green roofs' impact on building energy performance: Estudio de caso en Antananarivo (Madagascar)*. *Buildings*, 5(2), 497–520; <https://doi.org/10.3390/buildings5020497>
- Rieble-Aubourg, S., & Viteri, A. (2020). *COVID-19: ¿Estamos preparados para el aprendizaje en línea?* *Nota CIMA n.º 20*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0002303>
- Rizzo, K. (2022). *Optimising mechanical ventilation for indoor air quality and thermal comfort*. *Sustainability*, 16(2), 766; <https://doi.org/10.3390/su16020766>
- Roach, T., & Whitney, J. (2022). *Heat and learning in elementary and middle school*. *Education Economics*, 30(1), 29–46. <https://doi.org/10.1080/09645292.2021.1931815>

- Rogero. (2025). *Intense heatwave in southern Brazil forces schools to suspend return*. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2025/feb/12/brazil-record-heat-rio-grande-do-sul>
- Sabarwal, S., Venegas Marin, S., Spivack, M., & Ambasz, D. (2024). *Choosing our future: Education for climate action*. Washington, D.C.: *Banco Mundial*.
- Salthammer, T., et al. (2016). *Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution*. *Environment International*, 94, 196–210. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.009>
- San Juan, G., Hoses, S., & Martini, I. (2014). *Aprendizajes en las escuelas del siglo XXI: Nota 5. Auditoría ambiental y condiciones de confort en establecimientos escolares*. Washington, D.C.: *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*. <http://dx.doi.org/10.18235/0006293>
- Santana, O. A. et al (2013). *Integration of face-to-face and virtual classes improves test scores in biology undergraduate courses on days with flooding in Brazil*. *Acta Scientiarum Education*, 35(1). <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v35i1.17219>
- Schady, N. Et al (2024, en publicación). *Heat and learning: How exposure to extreme heat affects learning in Brazil*. Washington, D.C.: *Banco Mundial*.
- Seppänen, O., & Vuolle, M. (2003). *Control of temperature for productivity*. *REHVA Journal*. *Federación Europea de Asociaciones de Calefacción y Aire Acondicionado*, 8–12.
- Seppänen, T., Fisk, W., & Lei, Q. (2006). *Effect of temperature on task performance in office environment*. *Lawrence Berkeley National Laboratory*. <https://escholarship.org/uc/item/45g4n3rv>
- Shortridge et al. (2022). *HeatReady Schools: A novel approach to enhance adaptive capacity to heat through school community experiences, risks, and perceptions*. *Climate Risk Management*, 36(1), 100437. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100437>
- Stasi, R., Ruggiero, F. & Berardi, U. (2024). *Influence of cross-ventilation cooling potential on thermal comfort in high-rise buildings in a hot and humid climate*. *Building and Environment*, 248(15), 111096, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111096>
- Talbot-Wright, H., & Vogt-Schilb, A. (2023). *Con el calor y el agua al cuello: Nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático*. Washington, D.C.: *Interamericano de Desarrollo (BID)*. <https://doi.org/10.18235/0005214>
- Tian, X., Fang, Z., & Liu, W. (2021). *Decreased humidity improves cognitive performance at extreme high indoor temperature*. *Indoor Air*, 31, 608–627. DOI: 10.1111/ina.12755
- UNESCO. (2025). *Informe mundial sobre el personal docente: Afrontar la escasez de docentes y transformar la profesión*. París: *UNESCO*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000393262>
- UNICEF. (2021). *COVID-19 and school closures: Base de datos global de cierres escolares*. <https://data.unicef.org/resources/one-year-of-covid-19-and-school-closures/>
- UNICEF. (2023a). *Shape the future of education in Latin America and the Caribbean: Skills for life and work. An investment opportunity for the public and private sectors*. https://www.unicef.org/lac/sites/unicef.org/lac/files/2023-08/28_08_23_Adolescent%20Skills%20Investment%20Case%20FINAL.pdf
- UNICEF. (2023b). *Proteger a los niños y niñas del estrés térmico: Nota técnica*. <https://www.unicef.org/media/153611/file/Proteger-a-los-ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as-del-estr%C3%A9s-t%C3%A9rmico-Nota-t%C3%A9cnica-2023.pdf>
- UNICEF. (2024, abril 22). *Día de la Tierra: ¿Cómo está Colombia en materia de protección ambiental?* *UNICEF Colombia*. <https://www.unicef.org/colombia/diadelatierra>
- UNICEF. (2025). *Learning interrupted: Global snapshot of climate-related school disruptions in 2024*. <https://www.unicef.org/media/170626/file/Global-snapshot-climate-related-school-disruptions-2024.pdf>
- UNICEF EAPRO. (2019). *It is getting hot: Call for education systems to respond to the climate crisis – Perspective from East Asia and the Pacific*. Bangkok: *UNICEF*. <https://www.unicef.org/eap/media/4596/file/It%20is%20getting%20hot:%20Call%20for%20education%20systems%20to%20respond%20to%20the%20climate%20crisis.pdf>
- UNICEF & OMS. (2022). *Avances en materia de agua para consumo, saneamiento e higiene en las escuelas: Actualización de los datos de 2000 a 2021*. Nueva York: *UNICEF y OMS*.
- Van der Land, V., & Hummel, D. (2013). *Vulnerability and the role of education in environmentally induced migration in Mali and Senegal*. *Ecology and Society*, 18(4), 14.
- Van Wyk, & Crouch. (2020). *Efficiency and effectiveness in choosing and using an EMIS: guidelines for data management and functionality in Education management Information systems (EMIS)*. *UNESCO Institute for Statistics, Global Partnership for Education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374582>
- Venegas Marin, S., Schwarz, L., & Sabarwal, S. (2024). *The impact of climate change on education*. Washington, D.C.: *Banco Mundial*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/42686>

- Villafuerte, M., Juanillo, C., & Hilario, F. (2017). *Climatic insights on academic calendar shift in the Philippines*. *Philippine Journal of Science*, 146(3), 267–276. <https://philjournalsci.dost.gov.ph/climatic-insights-on-academic-calendar-shift-in-the-philippines>
- Vu, T. M. (2022). *Effects of heat on mathematics test performance in Vietnam*. *Asian Economic Journal*, 36, 72–94. <https://doi.org/10.1111/asej.12259>
- Wamsler, C., Brink, E., & Rentala, O. (2012). *Climate change, adaptation, and formal education: The role of schooling for increasing societies' adaptive capacities in El Salvador and Brazil*. *Ecology and Society*, 17(2), 2. <https://www.jstor.org/stable/26269029>
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2007). *The effect of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children*. *HVAC&R Research*, 13(2), 193–220. <https://doi.org/10.1080/10789669.2007.10390951>
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2013). *Providing better thermal and air quality conditions in classrooms would be cost-effective*. *Building and Environment*, 59, 581–589. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.10.007>
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2017). *Ten questions concerning thermal and indoor air quality effects on the performance of office work and schoolwork*. *Building and Environment*, 112, 359–366. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.020>
- Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A., & Contreras-Espinoza, S. (2019). *The relationship between classroom temperature and children's performance in school*. *Building and Environment*, 157, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.046>
- Whitlock, C. (2023). *Climate change anxiety in young people*. *Nature Mental Health*, 1(5), 297–298. <https://doi.org/10.1038/s44220-023-00059-3>
- Yuan et al. (2024). *Reflective coatings: Enhancing building performance and sustainability*. *Nano-Structures & Nano-Objects* 39, 101296, <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2024.101296>
- Zamand, S., & Hyder, S. (2016). *Impact of climatic shocks on child human capital: Evidence from Young Lives data*. *Environmental Hazards*, 15, 246–268. <https://doi.org/10.1080/17477891.2016.1185003>
- Zhang, X., Chen, X., & Zhang, X. (2024). *Temperature and low-stakes cognitive performance*. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 11(1), 75–96. <https://doi.org/10.1086/726007>
- Zoido, P., Albornoz, F., Prieto, A., Almeyda, G., Hernández Cardozo, J. C., Oubiña, V., & Calderón, M. (2023a). *Multiplicar aprendizajes: Tutorías a distancia para potenciar la escuela*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0005309>
- Zoido, P., Flores, I., & Székely, M. (2023b). *Programa de tutorías remotas para acelerar aprendizajes*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0004916>
- Zoido, P., Flores, I., Székely, M., & Hevia, F. (2023c). *América Latina: Experiencias exitosas de tutorías remotas*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0005047>
- Zivin, J. G., & Shrader, J. (2016). *Temperature extremes, health, and human capital*. *Future of Children*, 26(1), 31–50.

