

Anuari 2024

L'estat de l'educació a Catalunya

L'índex de vulnerabilitat al canvi climàtic i les solucions orientades als infants i als centres educatius

Elena Domene

Marta García-Sierra

Mar Satorras



**L'índex de vulnerabilitat al canvi climàtic
i les solucions orientades als infants i als
centres educatius**

Anuari 2024

L'estat de l'educació a Catalunya

L'índex de vulnerabilitat al canvi climàtic i les solucions orientades als infants i als centres educatius

Elena Domene, Marta García-Sierra i Mar Satorras

Elena Domene. Cap de l'Àrea de Sostenibilitat de l'Institut Metròpoli, doctora en Ciències Ambientals.

Marta García-Sierra. Investigadora en metabolisme urbà, entorns alimentaris i obesitat infantil, doctora en Ciència i Tecnologia Ambientals.

Mar Satorras. Investigadora en sostenibilitat urbana des d'una mirada social, especialment en els camps del canvi climàtic i de l'aigua, doctora en Ciència i Tecnologia Ambientals.

La col·lecció «Polítiques» és la col·lecció de referència de la Fundació Jaume Bofill. S'hi publiquen les recerques i els treballs promoguts per la Fundació amb més rellevància social i política. Les opinions que s'hi expressen corresponen als autors.

© Fundació Bofill, 2024
Girona, 34
08010 Barcelona
fbofill@fundaciobofill.org
<http://www.fundaciobofill.cat>

Creiem que el coneixement s'ha de compartir. Per això fem servir una llicència Creative Commons **Reconeixement 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**, llevat que en algun material indiquem el contrari. Us animem a copiar, redistribuir, remesclar o transformar i crear els continguts propis d'aquesta publicació, per a qualsevol finalitat, inclosa la comercial. Només us demanem que reconegueu l'autoria de la creació original.



Les publicacions de la Fundació Jaume Bofill estan disponibles per a descàrrega al web: www.fundaciobofill.cat

Primera edició: novembre del 2024

Directors: Margarita León i Bernat Albaigés
Autoria: Elena Domene, Marta García-Sierra i Mar Satorras

Edició: Fundació Jaume Bofill i Bonal·letra Alcompàs
Cap de projectes: Miquel Àngel Alegre
Coordinadora de projectes: Laura Morató
Cap de publicacions: Anna Sadurní

Disseny de la coberta: Anythink
Fotografia de la coberta: Uncle Jun
Disseny i maquetació: Mercè Montané

Impressió: Martín Arts Gràfiques (Barcelona)

Índex

1	La vulnerabilitat a la calor en entorns escolars: un repte creixent	1
2	L'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) com a instrument clau per al diagnòstic	4
3	Palanques de canvi i punts de millora en les estratègies d'adaptació	16
	Palanca de canvi 1: la transformació dels patis escolars en refugis climàtics	17
	Palanca de canvi 2: l'IVAC i la rehabilitació climàtica dels centres escolars	19
	Palanca de canvi 3: la creació d'entorns escolars resilients en zones amb elevada vulnerabilitat climàtica	23
	Palanca de canvi 4: cap a una ciència ciutadana del canvi climàtic que eduqui i empoderi als infants des de l'equitat	25
4	Conclusions	27
5	Bibliografia	30

Índex de taules

1. Variables de vulnerabilitat social a l'augment de les temperatures incloses en l'elaboració de l'IVAC 7
2. Població resident en seccions censals amb valors d'IVAC superiors a 61 (molt alt) a l'àrea metropolitana de Barcelona (dades de 2019) 11

Índex de figures

1. Marc d'anàlisi de la vulnerabilitat a la calor extrema 6
2. Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) a l'àrea metropolitana de Barcelona (dades de 2019) 10
3. Correlació espacial bivariada (LISA) entre l'IVAC i la freqüència d'onades de calor segons la temperatura diürna i nocturna en l'escenari sense mitigació RCP8,5 (període 2011-2040) a l'àrea metropolitana de Barcelona 13
4. Centres educatius públics de l'àrea metropolitana de Barcelona situats en zones de vulnerabilitat alta (IVAC entre 47 i 61) o molt alta (IVAC superior a 61) 15

La vulnerabilitat a la calor en entorns escolars: un repte creixent

Els infants són especialment vulnerables als efectes de les elevades temperatures, que posen en risc moltes facetes de la seva vida com l'educació, la salut i, en casos extrems, la seva supervivència. Les raons per les quals es tracta d'un grup especialment vulnerable són diverses, tal com expliquen els informes del Fons de les Nacions Unides per a la Infància (UNICEF, 2013; UNICEF, 2022). Els infants tenen sistemes termoreguladors encara immadurs i un metabolisme accelerat, la qual cosa els fa més susceptibles als canvis bruscs de temperatura i a la deshidratació. En concret, els infants tenen una relació entre superfície corporal i massa corporal més elevada, una taxa de sudoració més baixa i una adaptació més lenta a les altes temperatures (Bytomski i Squire, 2003). A més, dins de la població infantil, els infants menors d'un any són especialment vulnerables a les morts relacionades amb la calor (Xu *et al.*, 2012). En estudis relatius als impactes sobre el benestar dels infants en època escolar es va trobar que les aules amb temperatures molt elevades poden ser una font de distracció i desmotivació, i augmenten l'absentisme escolar. A més, la calor pot interferir en la qualitat del son, cosa que afecta el descans necessari per al desenvolupament i l'aprenentatge. També

pot afectar la funció cognitiva i la capacitat de concentració, i reduir així els resultats d'aprenentatge (Proulx *et al.*, 2024).

A banda de les qüestions més fisiològiques, també hi ha altres qüestions ambientals que poden agreujar encara més la vulnerabilitat dels infants. Els infants poden passar molt de temps en ambients interiors, com els centres educatius o els habitatges, espais on es pot arribar a temperatures molt elevades si no tenen sistemes de termoregulació o de climatització adequats; aquest fet augmenta el risc d'exposició a la calor extrema. A més, els infants sovint depenen de les persones adultes per a la seva protecció i cures, la qual cosa pot ser un repte addicional, especialment si les persones cuidadores tenen percepcions de la calor diferents, no estan ben informades o no disposen de les eines per protegir els infants de les temperatures elevades. Així, els plans de resposta als episodis de calor extrema han de tenir en compte les necessitats específiques dels infants, ja que sovint no reconeixen el perill tan clarament com els adults. Des de la perspectiva de la justícia ambiental, els infants també han atret l'atenció de les administracions i l'acadèmia, donat que són els que menys han contribuït a les causes del canvi climàtic, però els que més poden estar patint i més experimentaran els seus efectes en el futur (Treichel, 2020).

Les onades de calor extrema sense precedents experimentades darrerament juntament amb les previsions que aquestes situacions esdevinguin més freqüents i intenses en el futur, han generat un augment de la literatura científica sobre vulnerabilitat i adaptació a la calor centrada en la infància i en el temps que passen als centres educatius, amb una incidència molt significativa en les condicions de confort tèrmic de les aules. Aquest fenomen és notable fins i tot en regions del nord global, no exposades habitualment a temperatures tan elevades. Estudis portats a terme a Suècia (Malmquist *et al.*, 2021; Bäcklin *et al.*, 2021), Anglaterra (Dawkins *et al.*, 2024), Alemanya (Otto i Theken, 2024) i Espanya (Domínguez-Amarillo *et al.*, 2020) evidencien els reptes en assegurar el benestar i la salut de l'alumnat durant episodis d'onades de calor, apunten algunes

solucions adaptatives, i ressalten la necessitat de continuar estudiant el confort tèrmic pel que fa als infants i de cocrear solucions basades en les seves necessitats per estar més confortables. Aquests estudis demostren que els infants, així com el professorat, estan exposats a elevades temperatures durant els episodis de calor extrema, i que des dels centres educatius no estan preparats per fer-hi front de manera adequada. Apunten també a una manca d'estratègies organitzatives per gestionar la calor, que indica una baixa capacitat d'adaptació i, per tant, una forta vulnerabilitat a les onades de calor en els centres educatius.

La vulnerabilitat inherent associada a ser un infant encara es pot veure agreujada pel fet de viure en un habitatge o en un barri més exposat a la calor, i en una llar en situació de pobresa energètica i amb menys capacitat d'adaptació als extrems tèrmics (Oliveras *et al.*, 2021). En aquests barris, els habitatges sovint són antics i poden manca d'un adequat aïllament, de ventilació o de tecnologies de climatització, cosa que els fa més susceptibles a les fluctuacions de temperatura (Monge-Barrio *et al.*, 2018). A més, els entorns urbans densos i amb escasses zones verdes poden generar un efecte d'illa de calor, de manera que augmenta encara més la temperatura ambiental i posa en risc la salut dels seus residents i, per tant, també dels infants (Salvati *et al.*, 2017; Wong *et al.*, 2021). Això significa que els infants que viuen en aquests barris no només estan exposats als efectes directes del clima extrem, sinó que també experimenten les conseqüències de les desigualtats ambientals i socioeconòmiques, cosa que augmenta la seva vulnerabilitat dins i fora de l'escola.

Tot això demostra la importància d'atendre les necessitats dels infants d'una forma transversal en el context del canvi climàtic per garantir-ne el benestar, la salut i la seguretat. El present article posa l'accent en la necessitat urgent d'avaluar i comprendre aquesta vulnerabilitat a l'augment de les temperatures, fent especial atenció als centres i entorns educatius, on els infants passen una part significativa del seu temps diari. Específicament, aquest estudi planteja com l'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) pot esdevenir una eina de planificació que permeti

orientar unes polítiques d'adaptació al canvi climàtic centrades en els infants per tal de construir ciutats resilients i més justes. La propera secció detalla en què consisteix aquest índex i en resumeix els principals resultats. A continuació, presentem quatre palanques de canvi per tal que l'acció pública per a l'adaptació al canvi climàtic incorpori la dimensió de la vulnerabilitat climàtica desigual, posant el focus en els infants i en els espais on es desenvolupen. Finalment, la darrera secció recull les principals conclusions i planteja les possibles línies de futur.

L'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) com a instrument clau per al diagnòstic

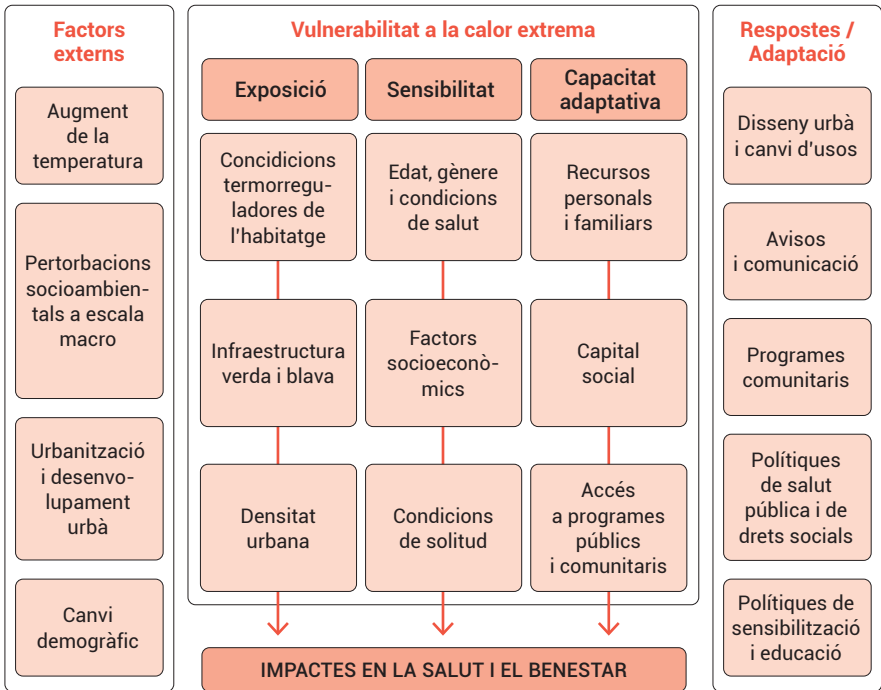
L'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) és una eina de planificació desenvolupada per l'Institut Metròpoli l'any 2021 conjuntament amb l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) i per encàrrec seu. L'Índex té per objectiu mesurar i cartografiar la vulnerabilitat social davant dels episodis de calor extrema en l'àmbit metropolità. L'IVAC s'ha concebut amb la finalitat d'orientar les mesures d'adaptació al canvi climàtic, com ara la creació de la xarxa de refugis climàtics metropolitans, o la redacció dels Plans Locals d'Adaptació al Canvi Climàtic (PLACS) amb l'objectiu de reduir les desigualtats socials causades pels impactes del canvi climàtic i promoure solucions d'adaptació més justes. Aquest Índex permet avaluar la vulnerabilitat social davant de l'increment de les temperatures i les onades de calor a escala de secció censal —equivalent a una població d'unes 1.500 persones, aproximadament—, de manera que es proporciona una visió detallada i concreta de les àrees on es concentra la població més vulnerable i el risc de calor és més elevat. Aquesta granularitat permet una orientació precisa per a la planificació d'intervencions adaptades a miniàrees específiques, cosa que facilita la prioritització i la presa de decisions estratègiques. De més a més, l'IVAC, com a índex amb base cartogràfica, facilita l'encreuament amb altres dades, per tal

d'identificar la població, els equipaments, com ara els centres educatius, i les infraestructures més vulnerables.

Conceptualment, l'IVAC es basa en la noció de «vulnerabilitat social al canvi climàtic». Aquest concepte posa l'accent en les comunitats i els grups socials, així com en les interrelacions entre els sistemes naturals i humans. Els índexs basats en aquest enfocament permeten avaluar empíricament els nivells relatius de vulnerabilitat social considerant, per exemple, les variacions induïdes pel canvi climàtic en la disponibilitat i la qualitat dels recursos naturals i dels serveis ecosistèmics, com ara l'aigua potable (Vincent, 2004) o la vulnerabilitat dels mitjans de vida de les comunitats agrícoles (Hahn *et al.*, 2009; Shah *et al.*, 2013). Altres estudis han abordat la vulnerabilitat social des de diferents perspectives, incloent-hi l'exposició als riscos d'esdeveniments climàtics extrems com tempestes, inundacions, sequeres i onades de calor, i han creat índexs compostos de vulnerabilitat similars a l'IVAC (Guillaumont i Simonet, 2011; Menezes *et al.*, 2018; Wolf *et al.*, 2009; Wolf i McGregor, 2013). Les aproximacions més emprades destaquen almenys tres components (Figura 1): l'exposició, la sensibilitat i la capacitat d'adaptació, així com les interrelacions entre aquests (Wilhelmi i Hayden, 2010). Les diverses conceptualitzacions de la vulnerabilitat poden influir en la seva incorporació a les polítiques climàtiques, però l'objectiu primordial és assegurar que els resultats de l'anàlisi de la vulnerabilitat social s'utilitzen per prioritzar mesures d'adaptació per als sectors socials i geogràfics més vulnerables i evitar l'exclusió dels grups socials més desfavorits o l'agreujament de les desigualtats socials.

FIGURA 1

Marc d'anàlisi de la vulnerabilitat a la calor extrema



Font: Satorras et al. (2023a), a partir d'una modificació de Wilhelmi i Hayden (2010).

Metodològicament, l'IVAC és un índex amb base cartogràfica que combina 17 indicadors d'exposició, de sensibilitat i de capacitat adaptativa (vegeu la Taula 1). Els indicadors d'*exposició* fan referència a condicions estructurals, tals com la vulnerabilitat residencial i el desconfort tèrmic en l'habitatge, la infraestructura verda i blava (masses d'aigua) en l'entorn residencial i la densitat de població. Els indicadors de *sensibilitat* se centren en la població vulnerable amb privacions materials i inclouen indicadors d'envelliment/soledat, de gènere, de renda disponible familiar (RDF per unitat de consum), de nivell d'estudis, de migració des de països en desenvolupament i de pobresa energètica, que denoten una amplificació de les privacions. Per acabar, com a aproximació als indicadors

d'*adaptació* s'utilitza la capacitat d'autogeneració d'energia elèctrica mesurada a partir de la producció fotovoltaica segons la superfície construïda. Els indicadors de presència i ús dels aparells d'aire condicionat als habitatges no es van poder usar perquè es calculen sobre la base d'aproximadament un 38% de la mostra real d'habitatges amb dades de certificació energètica i es considera que aquesta estimació podria afectar la validesa dels resultats.

TAULA 1

Variables de vulnerabilitat social a l'augment de les temperatures incloses en l'elaboració de l'IVAC

CATEGORIA	FACTOR DE RISC EXTRET DE LA LITERATURA	VARIABLE UTILITZADA COM A PROXY	FONT	ANY
Exposició	Vulnerabilitat residencial i confort tèrmic	Percentatge d'habitatges anteriors al 1970	Cadastre	2019
		Percentatge d'edificis en estat deficient, mal estat o estat ruïnós	Cens de població i habitatges, INE	2011
		Percentatge d'habitatges posteriors al 2007	Cadastre	2019
		Mitjana d'hores de desconfort a l'hivern dels habitatges de la secció censal	Cartografia energètica, AMB	2017
		Mitjana d'hores de desconfort a l'estiu dels habitatges de la secció censal	Cartografia energètica, AMB	2017
	Infraestructura verda	Cobertura vegetal (NDVI > 0,4)	ICGC	2020
		Mitjana del NDVI	ICGC	2020
	Elevada concentració de població	Densitat residencial de la població	Estudi dels teixits morfològics residencials, PDU-AMB	2017

CATEGORIA	FACTOR DE RISC EXTRET DE LA LITERATURA	VARIABLE UTILITZADA COM A PROXY	FONT	ANY
Sensibilitat	Envel·liment/soledat	Percentatge de població de més de 75 anys que viu sola	Padró municipal d'habitants, Idescat	2018
	Gènere	Percentatge de dones de més de 65 anys	Padró municipal d'habitants, Idescat	2018
	Pobresa	Mediana de la renda per unitat de consum	Atles de distribució de renda de les llars, INE	2017
	Estudis	Percentatge de població amb estudis universitaris	Cens de població i habitatges, INE	2011
	Immigració estrangera	Percentatge de població estrangera provinent de països en desenvolupament	Padró municipal d'habitants, Idescat	2018
	Pobresa energètica	Percentatge de llars vulnerables amb informe de serveis socials	Cartografia energètica, AMB	2017
Adaptació	Autogeneració a partir de fonts renovables	Producció fotovoltaica de tipus B segons superfície construïda sobre rasant de la secció censal	Cartografia energètica, AMB	2017

Font: García-Sierra i Domene (2022).

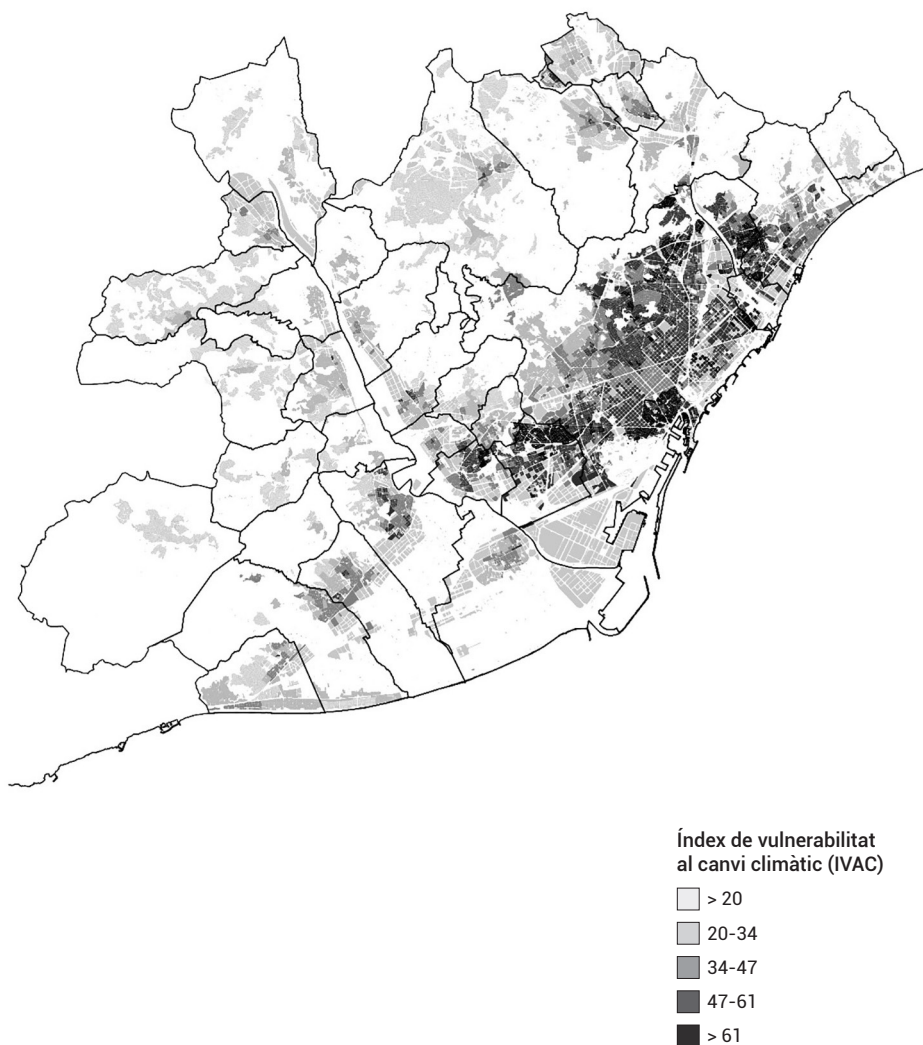
Val a dir que altres estudis més recents, com ara l'enquesta pilot duta a terme durant l'estiu de 2022 (Domene *et al.*, 2023) i l'enquesta AMB-CALOR 2023 elaborada l'estiu de 2023 per l'Institut Metròpoli per encàrrec de l'AMB (Satorras *et al.*, 2023b), ofereixen una visió més completa de les estratègies d'adaptació utilitzades pels col·lectius més vulnerables, si bé, per ser una enquesta, no permet la desagregació espacial que requereix l'IVAC. Encara que l'IVAC no incorpora directament variables específiques de la població infantil o adolescent, com el percentatge de població menor de 18 anys, la taxa d'escolarització o la proporció de famílies de renda baixa amb fills/es menors d'edat, continua sent una eina vàlida per identificar zones vulnerables. Les variables incloses en l'índex donen compte de situacions de vulnerabilitat en general; és previsible que en les zones identificades com a molt vulnerables hi hagi infants i adolescents que també ho siguin.

Els índexs compostos o sintètics han rebut moltes crítiques pel seu reduccionisme i sovint la subjectivitat i l'arbitrarietat metodològiques, especialment pel que fa als enfocaments de ponderació i agregació (Greco *et al.*, 2019). Tanmateix, els índexs compostos s'usen cada cop més per a la construcció d'indicadors agregats que capturen fenòmens socials multidimensionals, com ara mesurar el benestar a partir de la pobresa i la desigualtat o capturar la qualitat de vida en múltiples dominis. En la construcció de l'IVAC s'ha usat una metodologia que contempla la construcció d'un índex compost no compensatori per fer comparacions espacials a partir de l'agregació d'indicadors no substituïbles, tots amb la mateixa rellevància per al fenomen analitzat i sense possibilitat de compensacions; és a dir, que un valor baix en un indicador no es pot compensar amb un valor alt en un altre. El detall de la metodologia usada per construir l'IVAC es pot consultar a l'informe de García-Sierra i Domene (2022).

Els resultats obtinguts de l'IVAC indiquen que més de mig milió de persones viuen en zones d'elevada vulnerabilitat a la calor a l'àrea metropolitana de Barcelona. Les zones més vulnerables es concentren en àrees densament poblades del continu urbà metropolità (Figura 2). Així, a l'eix Besòs la vulnerabilitat es concentra als municipis de Badalona, Barcelona (en especial als districtes de Ciutat Vella, Sants-Montjuïc, Nou Barris i Horta-Guinardó), Sant Adrià de Besòs i Santa Coloma de Gramenet. A l'eix Llobregat, la vulnerabilitat a la calor és més elevada al barri de Sant Ildefons, de Cornellà de Llobregat, alguna petita zona del barri de Can Vidalet, d'Esplugues de Llobregat, i al barri de Collblanc, de l'Hospitalet de Llobregat. Aquestes àrees en conjunt aglutinen una població d'uns 525.827 habitants, aproximadament un 16,1% del conjunt de la població de l'àrea metropolitana de Barcelona (Taula 2).

FIGURA 2

Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) a l'àrea metropolitana de Barcelona (dades de 2019)



TAULA 2

Població resident en seccions censals amb valors d'IVAC superiors a 61 (molt alt) a l'àrea metropolitana de Barcelona (dades de 2019)

MUNICIPI O DISTRICTE	POBLACIÓ	PERCENTATGE DE POBLACIÓ	
		Del conjunt del municipi o districte de Barcelona (%)	Del conjunt de l'AMB (%)
Badalona	40.775	18,73	1,25
Barcelona	275.919	17,03	8,46
Ciutat Vella	92.806	92,15	2,85
Eixample	1.209	0,46	0,04
Sants-Montjuïc	52.667	29,05	1,62
Gràcia	2.812	2,32	0,09
Horta-Guinardó	20.147	11,88	0,62
Nou Barris	69.634	41,48	2,14
Sant Andreu	15.595	10,52	0,48
Sant Martí	21.049	8,92	0,65
Cornellà de Llobregat	17.973	20,62	0,55
Esplugues de Llobregat	3.743	8,07	0,11
l'Hospitalet de Llobregat	133.079	50,97	4,08
Montcada i Reixac	1.984	5,57	0,06
Sant Adrià de Besòs	7.822	21,33	0,24
Sant Boi de Llobregat	911	1,1	0,03
Santa Coloma de Gramenet	43.621	36,71	1,34
Total	525.827	-	16,13

Font: García-Sierra i Domene (2022).

L'IVAC es va encreuar amb els mapes pronòstic d'augment de les temperatures i de freqüència i severitat de les onades de calor en el període 2011-2040 elaborats pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC, 2018), estudi emmarcat dins l'eix d'Energia i Canvi Climàtic del Pla de Sostenibilitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (PSAMB). Aquest estudi

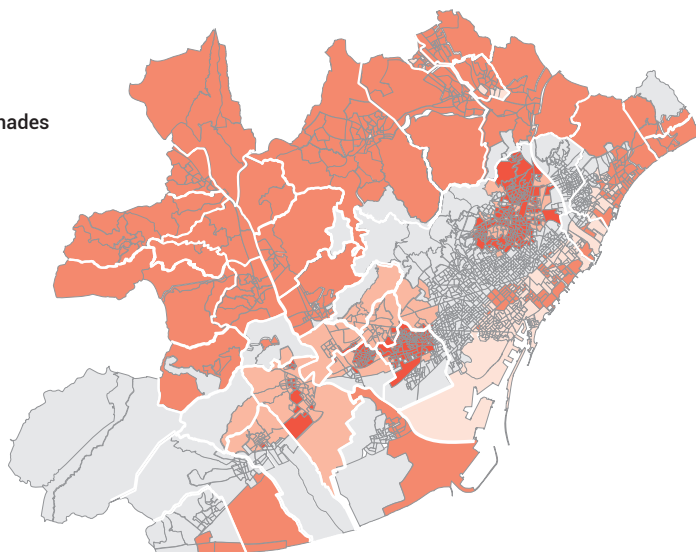
inclou la generació d'escenaris climàtics futurs regionalitzats a molt alta resolució (1km) per a l'àmbit de l'AMB usant models de circulació globals de l'IPCC-AR5, a més de les projeccions futures de temperatura i de precipitació fins al 2100 en diferents escenaris amb mitigació i sense mitigació. Els models aplicats tenien en compte la influència del litoral i identificaven els municipis costaners i amb un clima més temperat respecte dels municipis d'interior, i hi fixaven llindars de temperatura diferents per a cada grup. En concret es va projectar l'IVAC sobre les dades climàtiques de dies amb temperatures molt elevades diürnes i nocturnes i freqüències d'onades de calor diürnes i nocturnes de l'escenari sense mitigació, E85 = RCP8,5, en el període temporal 2011-2040, ja que l'objectiu de la planificació és el futur pròxim.

A la Figura 3 es mostren els resultats de l'encreuament entre l'IVAC i la freqüència d'onades de calor (temperatures diürnes i nocturnes) en l'escenari futur RCP8,5 sense mitigació per al 2011-2040. El risc d'onades de calor es defineix aquí com el pronòstic (mitjana anual) de ratxes de sis o més dies consecutius amb temperatures diürnes màximes i de temperatures nocturnes mínimes molt elevades, respectivament. Els resultats obtinguts mostren l'afectació de més de 550.000 persones amb alta vulnerabilitat social a la calor segons l'IVAC i alt risc d'onades de calor amb temperatures diürnes molt elevades en aquest escenari (al mapa de l'esquerra, en vermell el clúster alt-alt). Aquesta població es localitza principalment en els municipis de Barcelona (districtes de Nou Barris, Sant Andreu i Horta-Guinardó), Cornellà de Llobregat (als barris de Sant Ildefons i la Gavarra), Esplugues de Llobregat (barris de Can Vidalet i Can Cervera), zona nord de l'Hospitalet de Llobregat i meitat sud de Santa Coloma de Gramenet. La població amb alta vulnerabilitat social afectada per alt risc d'onades de calor amb temperatures nocturnes molt elevades és d'unes 315.000 persones (mapa dret, en vermell el clúster alt-alt). Aquesta població es concentra principalment en el municipi de Barcelona (districtes de Ciutat Vella, l'Eixample i Sants-Montjuïc i algunes zones de les Corts i de Sant Martí) i en els barris marítims de Badalona i de Sant Adrià de Besòs.

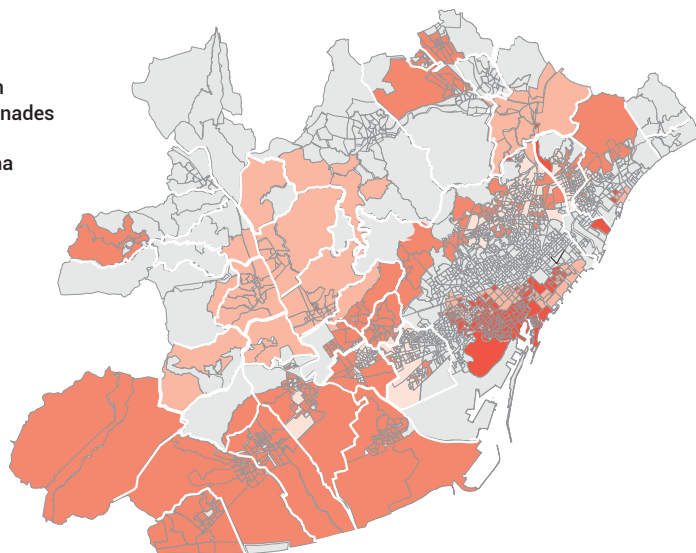
FIGURA 3

Correlació espacial bivariada (LISA) entre l'IVAC i la freqüència d'onades de calor segons la temperatura diürna i nocturna en l'escenari sense mitigació RCP8,5 (període 2011-2040) a l'àrea metropolitana de Barcelona






Índex local de Moran
IVAC-Freqüència d'onades
de calor segons
temperatura diürna



Índex local de Moran
IVAC-Freqüència d'onades
de calor segons
temperatura nocturna



Clústers

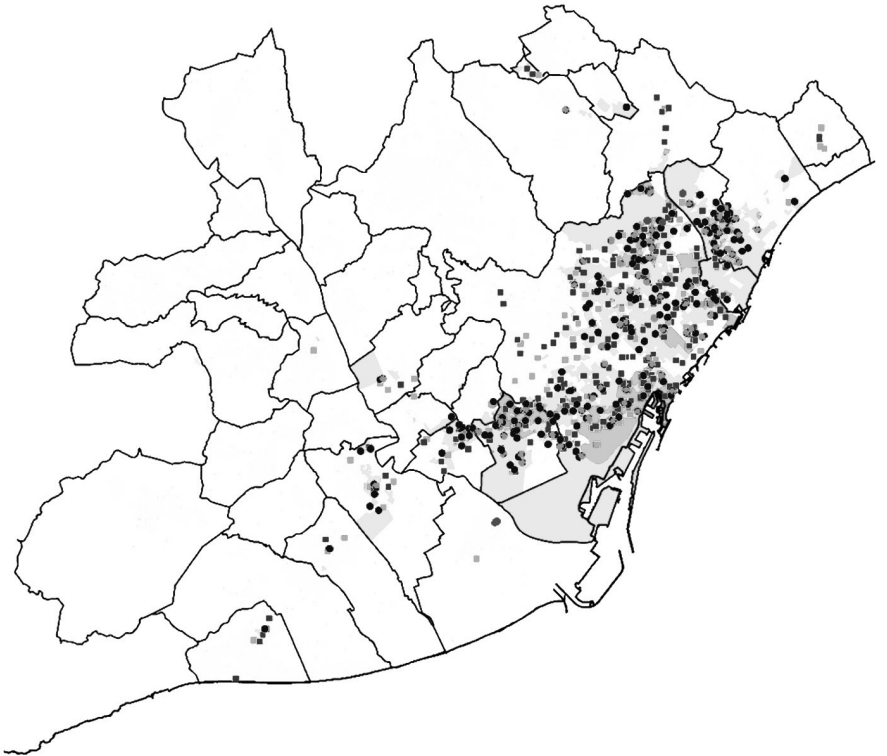
-  Alt-alt
-  Baix-baix
-  Baix-alt
-  Alt-baix
-  No significatiu

Un dels avantatges de la construcció de l'IVAC com a índex amb base cartogràfica és que facilita l'encreuament amb altres tipus de dades, per tal d'identificar la població, els equipaments i les infraestructures més vulnerables. En aquest cas, una primera aproximació de l'IVAC amb un enfocament a la infància permet calcular la població infantil que viu en aquestes zones vulnerables. En concret, 50.210 infants de 3 a 12 anys i 18.020 adolescents de 13 a 16 anys viuen en àrees amb un IVAC molt elevat. Aquestes dades representen el 15,8% i el 14,2% del total de persones d'aquests grups d'edats de l'àrea metropolitana de Barcelona. A més, aquesta anàlisi creuada també permet localitzar els 65 centres educatius públics —48 de primària, 16 de secundària i un institut escola— que se situen en les zones amb una vulnerabilitat a la calor més elevada de l'àrea metropolitana de Barcelona (vegeu la Figura 4).

En l'apartat següent es plantegen algunes de les aplicacions en l'àmbit de la infància i els entorns escolars que pot tenir aquest índex metropolità de vulnerabilitat social davant d'episodis de calor extrema.

FIGURA 4

**Centres educatius públics de l'àrea metropolitana de Barcelona
situats en zones de vulnerabilitat alta (IVAC entre 47 i 61) o molt alta
(IVAC superior a 61)**



Vulnerabilitat alta

Vulnerabilitat molt alta

Centres educatius de titularitat pública

- Centres d'educació primària
- Centres d'educació primària i secundària
- Centres d'educació secundària

Refugis climàtics

- Equipaments AMB
- Parcs AMB

Palanques de canvi i punts de millora en les estratègies d'adaptació

Per tal de fomentar una adaptació justa i inclusiva al canvi climàtic cal orientar l'adaptació climàtica vers les necessitats dels col·lectius més vulnerables, entre els quals hi ha els infants. Així doncs, incorporar la crisi climàtica i la seva influència desigual a les polítiques, intervencions i funcionament d'equipaments públics dirigits a la infància és cabdal per assolir una transició justa i garantir que tots els infants tinguin accés a un entorn segur i saludable. En aquest sentit, l'IVAC pot esdevenir una eina potent per informar les polítiques destinades a la infància i per a la transformació de les llars amb infants, els centres educatius, i els entorns escolars i d'espai públic on juguen i passen temps, per així fomentar una resiliència climàtica inclusiva.

A continuació, volem destacar i detallar quatre àmbits d'acció pública en què l'IVAC pot contribuir a informar la planificació incorporant la dimensió de la vulnerabilitat climàtica desigual, tot centrant l'atenció en els infants i en els espais on es desenvolupen, els quals són:

1. La transformació dels patis escolars en refugis climàtics.
2. La rehabilitació dels centres educatius per millorar-ne el confort tèrmic.
3. La transformació dels entorns escolars i altres espais públics lúdics en espais resilents.
4. La ciència ciutadana amb infants enfront de la crisi climàtica. Si bé aquesta reflexió permet copsar el potencial dels índexs multidimensionals de vulnerabilitat social al canvi climàtic en diversos contextos, el desenvolupament dels quatre punts està situat i s'il·lustra a través de polítiques del context de l'àmbit metropolità de Barcelona, que és l'àmbit que cartografia l'IVAC.

Palanca de canvi 1: la transformació dels patis escolars en refugis climàtics

Les polítiques de transformació dels patis escolars parteixen de la idea clau que el pati és part de l'escola i, per tant, forma part del projecte pedagògic i dels espais educatius usats per la comunitat educativa (IIAB, 2021a; El Globus Vermell, 2023). En un context de canvi climàtic, aquests espais educatius s'han d'adaptar per garantir que són confortables i alhora poden esdevenir entorns on educar i reflexionar al voltant de la crisi climàtica. D'altra banda, els patis oberts també formen part de la ciutat i, per tant, de les ciutats educadores, saludables i jugables dirigides als infants, però també de les ciutats resilents i adaptades al canvi climàtic que transformen els patis en refugis climàtics exteriors oberts a la comunitat local.

Una primera experiència innovadora en aquest àmbit es va dur a terme el curs 2019-2020 a 11 escoles de la ciutat de Barcelona que van transformar els seus patis en refugis climàtics, en el marc d'una Acció d'Innovació Urbana (*Urban Innovation Action*) finançada per la Comissió Europea per tal d'adaptar les escoles al canvi climàtic (Barcelona, 2023; López-Plazas *et al.*, 2023; Sanz-Mas *et al.*, 2024). A partir d'aquesta experiència pilot, en els següents cursos s'han dut a terme quatre edicions del programa Transformem els patis impulsat per la Direcció d'Educació de l'Ajuntament de Barcelona, amb la col·laboració de l'Institut Infància i Adolescència de Barcelona (IIAB) i de l'Associació de Mestres Rosa Sensat. Aquest programa té per objectiu que el 2030 tots els patis d'educació infantil i de primària, els instituts escola i els centres d'educació especial de la ciutat de Barcelona siguin coeducatius, verds i comunitaris. Per guiar la transformació d'aquests patis, les intervencions s'han basat en sis criteris amb l'objectiu que el pati es converteixi en un espai valuós d'aprenentatge, coeducació i convivència dins de l'escola; amb diversitat d'ambients i activitats lúdiques i creatives; que garanteixi el contacte amb la natura (terra, aigua i verd); que sigui confortable i connectat amb l'entorn; que permeti una (re)distribució equilibrada dels espais, i que sigui

prou versàtil per als usos diversos que en poden fer la comunitat i el veïnat (IIAB, 2021b). El 2021, el programa disposava d'un pressupost de 3,5M€ per transformar 17 escoles, que equival a uns 200.000€ d'inversió per escola. Més enllà de Barcelona, en els darrers anys s'han desplegat nombrosos programes com Patis x Clima, impulsat pel Globus Vermell, que acompanyen i mapen casos en diferents localitats (El Globus Vermell, 2024) o altres programes de renaturalització de patis impulsats directament per ajuntaments o pel teixit comunitari (p. ex., RENATUReUs a Reus, GiroNat a Girona, rePLANTegem a Sabadell, o Espais que eduquen, patis per a tothom a Lleida). Aquests processos de transformació dels patis en refugis climàtics s'han començat a avaluar mitjançant estudis d'entitats expertes en infància (IIAB, 2022) o en salut pública (Continente i López, 2022) i mitjançant projectes de recerca interdisciplinaris com el COOLSCHOOLS (Ruiz-Mallén *et al.*, 2023) o la mateixa UIA (López-Plazas *et al.*, 2023; Sanz-Mas *et al.*, 2024).

Els indicadors multidimensionals que cartografien a alta resolució espacial la vulnerabilitat social al canvi climàtic, com és el cas de l'IVAC, poden contribuir a millorar el disseny i l'efectivitat d'aquest tipus d'intervencions en tres àmbits. En primer lloc, a l'hora d'incloure el criteri de la vulnerabilitat climàtica per tal de seleccionar un territori o centre educatiu on dur a terme la transformació dels patis. Així doncs, la prioritització d'aquestes intervencions també hauria de tenir en compte els territoris amb més vulnerabilitat social a la calor. Per exemple, el projecte d'escoles refugi climàtic impulsat de forma pionera en 11 escoles de la ciutat de Barcelona va seleccionar les escoles garantint l'equitat territorial (una escola per districte) i tenint també en compte la incidència de la radiació solar en els patis i els centres educatius, l'eficiència energètica dels edificis i la seva vulnerabilitat al soroll o a la pol·lució (UIA i GER, 2022; López-Plazas *et al.*, 2023). De les 11 escoles només una es trobaria en una zona amb alta vulnerabilitat a la calor (IVAC superior a 61). Amb el programa Transformem els patis, la prioritització d'aquestes intervencions va incloure nous criteris de puntuació per seleccionar les escoles, com per exemple la superfície de verd urbà disponible al voltant de l'escola (IIAB,

2021c). En tot cas, incloure com a criteri indicadors multidimensionals específicament de calor extrema com l'IVAC permetria prioritzar les intervencions en escoles situades en zones amb aquesta elevada vulnerabilitat a aquest risc (vegeu la Figura 4). En segon lloc, entendre la vulnerabilitat a la calor de l'entorn escolar i del barri més enllà de la vulnerabilitat tèrmica de l'edifici escolar i del pati permet ampliar l'escala de treball i situar la intervenció de transformació del pati en el context en què habiten i juguen els infants. Per exemple, l'interessant procés de co-creació que guia el programa de transformació dels patis escolars de Barcelona (vegeu IIAB, 2021d) parteix d'una diagnosi tècnica del pati realitzada pel Consorci d'Educació de Barcelona, la qual es podria acompanyar per una radiografia de la vulnerabilitat climàtica en aquell barri. Finalment, l'IVAC també podria contribuir a dissenyar els programes d'obertura dels patis transformats en refugis climàtics prioritzant l'obertura especialment en els barris o entorns amb una vulnerabilitat social a la calor més elevada.

Palanca de canvi 2: l'IVAC i la rehabilitació climàtica dels centres escolars

A Catalunya hi ha 3.900 centres d'educació infantil i primària, dels quals 2.679 són públics (Idescat, 2023a), i 1.170 centres de secundària, dels quals 655 són públics (Idescat, 2023b). Aquest parc d'edificis educatius públics està format per edificis de períodes històrics molt diferents i amb diverses tecnologies constructives (Dept. d'Educació, 2021), que encara tenen nombrosos reptes: des de resoldre les situacions de temporalitat enquistades (el miler de mòduls prefabricats, els anomenats «barracons», que existeixen des de fa una dècada per proveir d'aules provisionals) fins a incorporar criteris pedagògics a l'hora de rehabilitar, reformar o construir nous centres escolars. Una qüestió clau d'aquestes infraestructures educatives, i especialment dels edificis escolars construïts abans del 2006 que encara no incorporaven criteris de climatització, és la de garantir el confort i les condicions ambientals, especialment en moments

d'extremes de temperatura (fred i calor) i en un context de canvi climàtic que agreujarà particularment els extremes de calor.

L'estiu de 2022, en el marc de diverses onades de calor excepcionalment intenses i que van iniciar-se precoçment durant el mes de maig (Domene *et al.*, 2023), tant famílies com professorat van fer públiques crítiques per la falta de solucions a les altes temperatures que hi havia a les aules (Be-teve, 2022). En aquell context, algunes famílies i centres van visibilitzar el seu malestar a les xarxes socials a través d'una campanya sota les etiquetes #SensCouenelsFills i #ProuDesmaisaesAules (CCMA, 2022a). També el principal sindicat de professionals de l'educació en l'ensenyament públic va recalcar la necessitat de garantir una temperatura adequada d'entre 17 °C i 27 °C, tal com queda establert a l'article 7 i l'annex III del Reial decret 486/1997, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball (USTEC, 2022). En aquest cas, el sindicat recomanava que si en els centres es detectaven temperatures que sobrepassessin el llindar legal, s'avisés a Serveis Territorials d'Educació i es tramités una comunicació de risc al corresponent Servei de Prevenció de Riscos Laborals.

En aquest context, el Departament d'Educació va anunciar el setembre de 2022, com a primera mesura, que enviaria ventiladors a les escoles en què s'hagués detectat temperatures per sobre dels 30°C (CCMA, 2022b). A mitjà termini, de cara a la següent temporada de calor, s'anunciaven petites intervencions per mitigar les altes temperatures, com ara la instal·lació de tendals o persianes. Finalment, ja més a llarg termini es preveia dur a terme un estudi en profunditat de les necessitats de cada centre.

Aquestes mesures s'han agrupat en el Pla d'adequació al canvi climàtic, anunciat per la Generalitat a la primavera de 2023, que reconeix la necessitat d'adaptar els centres del sistema educatiu català als episodis recurrents d'altres temperatures i a l'increment mitjà de la temperatura (Dept. d'Educació, 2023). El Pla inclou una guia d'actuació amb accions per reduir els impactes de les altes temperatures sobre la salut dels membres

de la comunitat educativa, i presenta el Pla d'organització de centre per altes temperatures (el POCAT), que els centres poden redactar per planificar i coordinar les seves actuacions de preparació i mitigació dels efectes dels extrems climàtics. El Pla s'estructura en tres àrees prioritàries d'actuació: el projecte educatiu i el currículum; la cultura i organització dels centres, i la planificació dels entorns físics. Aquesta darrera línia sobretot se centra en mesures de rehabilitació energètica i per promoure edificis de consum quasi zero (nZeb), i també inclou actuacions bàsiques per assolir una sensació tèrmica més confortable i un primer pla de xoc entre 2023 i 2028. Les mesures que recull el pla de xoc inclouen:

1. Millora de les envolupants (façanes, cobertes, tancaments) en 257 centres.
2. Implementació de mesures passives bàsiques (proteccions solars, tendals, fonts i punts d'aigua).
3. Generació «d'espais climatitzats» mitjançant la instal·lació d'aire condicionat en espais d'ús general del centre (menjador, biblioteca, aules polivalents, zones de treball de docents i administració) per proporcionar zones confortables en moments de temperatures molt elevades.
4. Impuls a la renaturalització dels patis.
5. Lliurament de ventiladors. La climatització d'espais comuns es prioritza en centres d'educació especial i llars d'infants de la Generalitat, seguit dels instituts, començant per aquells orientats al sud, amb menor ventilació creuada i edificis construïts entre 1979 i 2007.

El pla representa un primer esforç, reconeixement i compromís en abordar la problemàtica; així i tot, ha rebut crítiques per part de la comunitat educativa per ser considerat insuficient tant en els centres on es començarà a actuar (que tampoc inclouen els edificis de titularitat municipal com les escoles de primària) com en el pressupost destinat. Es qüestiona la climatització d'espais comuns per l'elevat cost energètic i econòmic, així com per les dificultats organitzatives i pedagògiques que implica desplaçar-hi l'alumnat. Es considera necessari fer un diagnòstic més

acurat de l'estat dels centres educatius per plantejar programes d'actuacions adaptats a la realitat de cada centre i alhora abordar debats de més profunditat com la modificació del calendari escolar i la suspensió d'activitats en cas de temperatures extremes (CCMA, 2023; USTEC, 2023).

Pel que fa als centres educatius de titularitat municipal, alguns ajuntaments també han implantat programes per fer front a les altes temperatures a les escoles de primària. Per exemple, el recent Pla Clima Escola Barcelona preveu que l'Ajuntament de Barcelona climatitzi 170 centres educatius entre 2024 i 2029 mitjançant sistemes d'aerotèrmia que funcionaran amb energia elèctrica generada per plaques fotovoltaïques (Ajuntament de Barcelona, 2023). Segons el pla, aquest s'implementarà inicialment en 24 escoles escollides mitjançant criteris tècnics de necessitat i viabilitat i a cada escola caldrà una inversió d'uns 600.000€ (Ajuntament de Barcelona, 2024). L'estudi tècnic ha inclòs l'anàlisi de dades meteorològiques de la ciutat, la caracterització constructiva de les escoles, i la definició d'estratègies de climatització partint de les simulacions tèrmiques de les aules. Cal també tenir en compte que alguns centres públics pioners, com l'escola pública el Garrofer, de Barcelona o l'escola bressol La Font del Rieral, de Santa Eulàlia de Ronçana, ja s'han construït o reformat amb criteris bioclimàtics i d'ecoeficiència que garanteixen el confort tèrmic interior amb sistemes de climatització passiva que requereixen poc o nul consum d'energia, però encara es tracta de casos excepcionals.

Com en el cas de la transformació dels patis, la prioritització dels centres on dur a terme aquest seguit d'intervencions per garantir una sensació tèrmica confortable a l'interior és una de les qüestions que els indicadors de vulnerabilitat a la calor com l'IVAC podrien contribuir a informar, aportant també informació del context en què se situa el centre escolar i de les necessitats que poden tenir els infants al llarg de la seva jornada. És important reconèixer que, igual que l'àpat del menjador escolar pot ser l'única opció per a una alimentació suficient i saludable per a una part de l'alumnat vulnerable (Agència de Salut Pública de Catalunya,

2020), l'escola també pot ser l'únic lloc i la garantia de passar una part del dia en un espai on es poden sentir frescos i còmodes, especialment en casos en què a casa seva s'arriba a temperatures excessivament altes i sense possibilitat d'ús d'aire condicionat.

Palanca de canvi 3: la creació d'entorns escolars resilients en zones amb elevada vulnerabilitat climàtica

Aquest apartat destaca la importància de considerar l'espai públic al voltant dels centres educatius com a àmbit clau per a la creació d'entorns escolars resilients. La protecció dels infants contra les altes temperatures ha d'anar més enllà del recinte escolar, i això és especialment rellevant en zones afectades per elevada vulnerabilitat climàtica, ja que són espais molt densos, amb poca presència de verd i amb un efecte important de l'efecte illa de calor. A això s'ha d'afegir el fet que en el cas de la ciutat de Barcelona hi ha una desigualtat marcada en la presència de verd dins de les escoles, perquè és més comuna a les escoles situades als barris més benestants (les Corts i Sarrià - Sant Gervasi) i coincideix en molts casos amb escoles privades (Baró *et al.*, 2021).

El 2020, l'Ajuntament de Barcelona va llançar el programa Protegim les escoles amb la finalitat de renovar 217 entorns escolars fins el 2023 per transformar-los en àrees segures i saludables, amb menys contaminació atmosfèrica. Aquests nous espais urbans estan concebuts com a llocs de trobada i oci per a la comunitat educativa, alhora que es dissenyen per incentivar el joc i l'entreteniment dels infants. L'objectiu principal del programa era millorar la qualitat de l'aire, disminuir el soroll i crear espais d'estada i de joc, a més de reduir la presència del vehicle privat. La pacificació de l'entorn escolar, juntament amb l'augment de la presència de verd, contribueix a disminuir l'efecte illa de calor i a crear entorns més frescos i saludables per a tota la comunitat escolar. L'avaluació d'aquest programa (Ubalde-López *et al.*, 2023) ha permès comprovar que les pacificacions dels entorns escolars han creat espais de convivència

més inclusius i saludables per als nens i nenes i la resta de la comunitat. Una de les qüestions que s'aborda en l'avaluació és si aquests espais pacificats són un bon lloc per refrescar-se a l'estiu. En aquest cas les percepcions de la comunitat escolar no mostren resultats concloents de la comparativa entre els que s'han pacificat i els que no. Recordem que la transformació ha implicat petites intervencions en l'augment del verd, com ara jardineres i alguns arbres, però no mesures integrals d'augment substancial de verd i d'ombres.

A banda de les escoles que s'han convertit en refugis climàtics, també val la pena avaluar si les escoles que es troben en zones amb més vulnerabilitat tenen a prop refugis climàtics perquè l'alumnat i les seves famílies puguin anar a refugiar-se en episodis de calor. En el cas de Barcelona, en un context densament urbanitzat i amb una distribució molt desigual del verd urbà, on per exemple la mitjana de verd urbà al districte de Gràcia és de 3,5 m² per habitant i de 17,4 m² per habitant al districte de Sants-Montjuïc (Ajuntament de Barcelona, 2020), cal avaluar l'equitat en l'accés als refugis climàtics de la població infantil. Dels 65 centres educatius públics situats en zones amb una elevada vulnerabilitat a la calor, 44 disposen d'un refugi climàtic accessible a 5 minuts caminant. No obstant això, encara queda un terç dels centres que no tenen cap refugi a prop. Donat que la política de pacificació, especialment quan es limita a petites millores, no és suficient per reduir les temperatures extremes, és necessari implementar una política de distribució de refugis climàtics que tingui en compte la xarxa de centres educatius, especialment aquells que no tenen cap refugi proper.

El desenvolupament i mapatge de l'IVAC pot ajudar a prioritzar l'actuació en les zones més necessitades, tant dins com fora de l'entorn escolar, per millorar la qualitat de vida dels infants i les seves famílies en episodis de calor extrema. Això implica no només la creació de més espais verds als voltants de les escoles, sinó també la implementació de polítiques de compensació del verd urbà en tota la ciutat per garantir una distribució equitativa dels beneficis de la natura en els entorns escolars

i més enllà. També pot servir per prioritzar la creació de refugis climàtics propers a les escoles en zones amb un alt índex de vulnerabilitat al canvi climàtic, i el disseny d'itineraris o camins escolars frescos per assegurar que els infants puguin desplaçar-se de manera segura i còmoda a l'escola, tot promocionant la salut i el benestar dels estudiants i fomentant la justícia social.

Palanca de canvi 4: cap a una ciència ciutadana del canvi climàtic que eduqui i empoderi als infants des de l'equitat

La recerca acadèmica està començant a reconèixer el paper que poden tenir els infants en l'acció climàtica, així com els beneficis que poden obtenir ells mateixos i les seves comunitats de les accions d'adaptació dirigides específicament als infants (Treichel, 2020; Shorritge *et al.*, 2020). Els projectes de ciència ciutadana ofereixen una oportunitat única per a la participació activa dels infants, així com de la comunitat educativa, en el plantejament de preguntes de recerca, el disseny de metodologies, la recopilació de dades i l'anàlisi i interpretació de problemes i solucions relacionades amb els reptes del canvi climàtic. A escala escolar, aquests projectes poden implicar el monitoratge de la temperatura i altres factors ambientals dins i fora de l'edifici escolar, la recopilació de dades als propis habitatges de l'alumnat, o la cocreació de noves solucions d'adaptació que incloguin atendre les necessitats i millorar les vivències dels infants.

Els projectes de ciència ciutadana per avaluar els impactes de la calor i millorar-ne l'adaptació es poden informar a partir dels índexs de vulnerabilitat a la calor extrema, com l'IVAC, i beneficiar-se'n. Un dels projectes que ja l'ha usat és el projecte Vigilants de la Calor, un projecte de ciència ciutadana actualment en marxa i centrat en el confort tèrmic dels infants a les seves llars, desenvolupat per l'Institut Metròpoli i l'Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya (IREC) i engegat i finançat per l'AMB (Satorras *et al.*, 2023a). Aquest projecte té com a objectiu abordar

els reptes interconnectats de viure, però també d'aprendre, educar, investigar i governar les ciutats en temps de canvi climàtic i de persistents desigualtats socials. Per fer-ho, s'ha posat en pràctica un pilot de ciència ciutadana per monitorar la temperatura i la percepció sobre el confort tèrmic mitjançant sensors de temperatura i diaris de calor a l'interior dels habitatges de l'alumnat de 5è i 6è de tres escoles situades en zones d'elevada vulnerabilitat al canvi climàtic a l'àmbit metropolità. Específicament, els infants han participat com a observadors de calor durant l'estiu del 2024 amb un programa que inclou per primera vegada el monitoratge de la temperatura i el confort a les habitacions dels infants. També inclou tallers per cointerpretar els resultats i cocrear solucions per a una adaptació equitativa centrada en les necessitats i vivències dels infants i les famílies. El projecte pretén fomentar una adaptació equitativa i centrada en els infants, contribuir a la mitigació de la pobresa energètica (especialment durant la infància), augmentar la confiança en la ciència i el contacte entre escoles i la comunitat científica, i generar una recerca en resiliència climàtica urbana innovadora, participativa i orientada a informar les polítiques públiques.

En aquest sentit, per tal d'identificar la població objectiu i prioritzar els centres educatius on pilotar i implementar el projecte s'ha dut a terme un encreuament dels centres d'educació públics de l'àrea metropolitana de Barcelona amb la cartografia de vulnerabilitat a la calor i al canvi climàtic (IVAC) (vegeu la Figura 4). En futures edicions, l'IVAC pot esdevenir un dels criteris, juntament amb altres, per tal de prioritzar els centres educatius i barris on ampliar la cobertura i la xarxa de Vigilants de la Calor i d'altres futurs projectes de ciència ciutadana i calor dirigits als infants.

Conclusions

El present document ha destacat la necessitat d'avaluar i comprendre la vulnerabilitat dels infants a la calor, tot posant l'accent en els centres educatius i els entorns escolars i en les implicacions en termes d'equitat. A l'àrea metropolitana de Barcelona hi ha 50.210 infants de 3 a 12 anys i 18.020 adolescents de 13 a 16 anys que viuen en àrees amb una vulnerabilitat a la calor molt elevada, segons estimacions realitzades a partir de l'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC). Aquesta proporció representa el 15,8% i el 14,2%, respectivament, del total d'aquests grups d'edat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. L'IVAC també permet quantificar i localitzar els 65 centres educatius públics —48 de primària, 16 de secundària i un institut escola— que se situen en les zones amb major vulnerabilitat a la calor de l'àrea metropolitana de Barcelona.

Les primeres passes per abordar la vulnerabilitat dels infants en els centres i entorns escolars, incloent-hi també el seu barri immediat, ja s'han donat en diversos tipus d'intervencions. Primer, la transformació dels patis escolars en refugis climàtics és una estratègia clau per adaptar els espais educatius exteriors, fer-los més frescos i confortables i generar múltiples cobeneficis en termes lúdics, socials, ambientals i pedagògics. Algunes propostes concretes inclouen la renaturalització dels espais escolars, la creació d'espais d'ombra i espais d'aigua per refrescar l'ambient i oferir zones de joc aquàtic. Cal seguir promovent aquestes transformacions que, a més, poden contribuir a beneficiar el veïnat i els infants i joves fora de l'horari lectiu en els casos de patis oberts.

Segon, la rehabilitació climàtica dels centres escolars és fonamental i una mesura molt demandada per tota la comunitat educativa per assegurar condicions de confort tèrmic òptimes en un context d'augment de la intensitat i freqüència de les onades de calor. El Pla d'adequació al canvi climàtic impulsat pel Departament d'Educació reconeix la necessitat d'adaptar els centres educatius als impactes del canvi climàtic, però encara es percep com a insuficient per part de la comunitat educativa. Mesures

estructurals inclouen la renovació de les façanes, cobertes i tancaments, la implementació de mesures passives com proteccions solars, tendals, fonts i punts d'aigua; la creació d'espais climatitzats amb aire condicionat en àrees comunes com menjadors, biblioteques, aules polivalents i zones de treball per garantir el confort durant els episodis de calor extrema i la promoció de la renaturalització dels patis escolars. També caldrà fer un seguiment de la implementació del recent Pla Clima Escola Barcelona i avaluar-lo de forma multidimensional, que inclogui també el cost econòmic i energètic que implica aquesta estratègia d'intervenció.

Tercer, i anant més enllà dels centres educatius, programes de transformació dels entorns escolars, com el programa Protegim les escoles de l'Ajuntament de Barcelona, han renovat entorns escolars per crear àrees segures i saludables, amb menys contaminació i més espais d'oci. És essencial considerar l'espai públic al voltant dels centres educatius com a clau per crear entorns escolars resistents, especialment en zones amb alta vulnerabilitat climàtica, caracteritzades per densitat urbana i manca de verd, com passa en bona part del continu urbà de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Una de les solucions més efectives és la pacificació de l'entorn escolar, juntament amb l'augment de la presència de verd, per aconseguir el triple objectiu de reduir la contaminació atmosfèrica i acústica i contribuir a disminuir l'efecte illa de calor i a crear entorns més frescos i saludables per a tota la comunitat escolar.

Per acabar, la ciència ciutadana pot esdevenir una eina clau per involucrar els infants i la comunitat educativa en la lluita contra el canvi climàtic. A través de projectes participatius de ciència ciutadana, com el Vigilants de la Calor, s'ofereix als infants l'oportunitat de mesurar el seu confort tèrmic i la temperatura dels seus habitatges i cocrear solucions d'adaptació que considerin les seves necessitats. Aquestes iniciatives de ciència participativa no només contribueixen a una adaptació al canvi climàtic equitativa i centrada en els infants, sinó que també fomenten la confiança en la ciència i reforcen els llaços entre les escoles, les famílies i la comunitat científica.

L'article ha destacat la utilitat de l'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) en l'avaluació de la vulnerabilitat a la calor en l'àmbit educatiu i del barri, així com en l'orientació de les polítiques d'adaptació al canvi climàtic a les necessitats de la infància. L'IVAC ha servit com una eina valuosa per calcular la població infantil que viu en zones amb una elevada vulnerabilitat al canvi climàtic i per identificar i prioritzar les àrees i els centres educatius amb més necessitat d'intervenció, tant en els patis com en l'interior dels centres educatius, en els entorns escolars i en l'espai públic. A més, ha contribuït a prioritzar les àrees on promoure projectes de ciència ciutadana per tal de fer un diagnòstic més detallat de la seva vulnerabilitat i apoderar els infants i les seves famílies per proposar mesures de millora de la resiliència climàtica. Si bé l'ús de l'índex com a eina de diagnòstic és adequat per identificar zones prioritàries d'intervenció, seria beneficiosa la incorporació de dades específiques sobre la població infantil i juvenil per millorar la precisió i l'eficàcia de les mesures d'adaptació i mitigació. En combinació amb altres dades i estudis específics, l'IVAC pot contribuir a un diagnòstic més integral i a la implementació de polítiques que abordin de manera efectiva la vulnerabilitat dels infants a la calor.

A més de les intervencions esmentades, és crucial integrar el confort tèrmic dels infants tant a l'escola com a casa seva. Aquesta visió integradora permet comprendre millor com les condicions de calor extrema afecten els infants al llarg del dia. Algunes propostes inclouen la detecció precoç de la pobresa energètica a través dels centres educatius i la coordinació amb serveis socials. Utilitzar les escoles com a punts de detecció de casos d'infància amb pobresa energètica pot ajudar a identificar millor les necessitats dels infants que defugen els espais institucionals. A més, establir protocols de col·laboració entre les escoles i els serveis socials pot proporcionar suport immediat a les famílies en situació de pobresa energètica. És fonamental que, allà on no es pot arribar en l'àmbit privat, l'escola actuï com a xarxa de seguretat per garantir el benestar dels infants.

Amb una perspectiva que reconeix tant la vulnerabilitat específica dels infants com el seu paper en l'acció climàtica, s'obre la porta a un enfocament més inclusiu i participatiu en les respostes al canvi climàtic. Aquesta visió destaca la importància de no només considerar els infants com a víctimes passives amb una necessitat particular de suport, sinó com a agents actius de canvi i transformació. És important, doncs, reconèixer el paper que poden tenir tant per millorar el coneixement de la vulnerabilitat en tots els espais (escola, entorn escolar, barri, habitatge) com per codissenyar les respostes per aconseguir escoles, barris i comunitats més adaptades i que els tinguin en compte. Un aspecte crucial d'aquesta perspectiva és la justícia distributiva i ambiental. Els infants, especialment els més joves, pateixen les conseqüències d'un problema que no han creat. Aquesta injustícia s'ha de posar en relleu en l'anàlisi de la vulnerabilitat, per tal de subratllar la necessitat d'actuar no només per protegir els infants, sinó també per reconèixer i abordar les desigualtats subjacents.

Aquest article ofereix una visió general de la investigació sobre la vulnerabilitat al canvi climàtic dels infants en els seus entorns escolars, i posa un accent especial en com les respostes al canvi climàtic centrades en els infants poden contribuir a construir la resiliència. En vista del reconeixement creixent del paper dels infants en la defensa del clima, és oportú considerar com incloure'ls de manera més efectiva en l'acció d'adaptació al canvi climàtic i les repercussions per a ells i les seves comunitats.

Bibliografia

- AGÈNCIA DE SALUT PÚBLICA DE CATALUNYA (2023). *L'alimentació saludable en l'etapa escolar. Guia per a famílies i escoles*. Agència de Salut Pública de Catalunya.
- AJUNTAMENT DE BARCELONA (2020). *Verd urbà per habitant (m²). 2000-2020*. Ajuntament de Barcelona. Ecologia Urbana. Direcció de Serveis d'Espais Verds i Biodiversitat. <https://ajuntament.barcelona.cat/esta->

distica/catala/Estadistiques_per_temes/Medi_urba/Territori/Zones_verdes_i_platges/C0105.htm.

AJUNTAMENT DE BARCELONA (2023). *Barcelona invertirà 100 M€ en la climatització de 170 centres educatius entre 2024 i 2029*. 20/09/2023. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/premsa/2023/09/20/barcelona-invertira-100-me-en-la-climatitzacio-de-170-centres-educatius-entre-2024-i-2029/>.

AJUNTAMENT DE BARCELONA (2023). Refugis climàtics a les escoles. Ajuntament de Barcelona. <https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/ca/escoles-refugi-climatic>.

AJUNTAMENT DE BARCELONA. (2024). Pla Clima Escola Barcelona. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/pla-clima-escola-barcelona>.

BÄCKLIN, O., LINDBERG, F., THORSSON, S., RAYNER, D. i WALLEMBERG, N. (2021). «Outdoor heat stress at preschools during an extreme summer in Gothenburg, Sweden-Preschool teachers' experiences contextualized by radiation modelling». *Sustainable Cities and Society*, 75, 103324.

BARÓ, F., CAMACHO, D. A., DEL PULGAR, C. P., TRIGUERO-MAS, M. i ANGUELOVSKI, I. (2021). «School greening: Right or privilege? Examining urban nature within and around primary schools through an equity lens». *Landscape and Urban Planning*, 208, 104019.

BETEVE. (2022). Fer classe a 28 graus: les escoles demanen solucions per combatre la calor a les aules. 17/6/2022. <https://beteve.cat/societat/escoles-demanen-solucions-combatre-calor-aules/>.

BYTOMSKI, J. R. i SQUIRE, D. L. (2003). «Heat illness in children». *Current sports medicine reports*, vol. 2, núm. 6, p. 320-324.

CCMA. (2022a). Més de 30 graus a l'aula: #SensCoudenelsFills denuncia els efectes de la calor a l'escola. 17/6/2022. <https://www.ccma.cat/324/mes-de-30-graus-a-laula-senscoudenelsfills-denuncia-els-efectes-de-la-calor-a-lescola/noticia/3170554/>.

CCMA. (2022b). *Educació enviarà ventiladors a les escoles on s'ha detectat que fa més calor*. 8/9/2022. <https://www.ccma.cat/324/educacio-envia>

ra-ventiladors-a-les-escoles-que-ho-demanin-per-alleujar-la-calor/noticia/3183230/.

CCMA. (2023). *Educació posarà aire condicionat a 100 centres: quins són i amb quins criteris s'han triat*. 3/5/2023. <https://www.ccma.cat/324/educacio-posara-aire-condicionat-a-espais-comuns-de-100-centres-educatius/noticia/3226879/>.

CONTINENTE, X. i LÓPEZ, M. J. (2022). *Avaluació Transformem els patis curs 2021-2022*. Ajuntament de Barcelona. https://ajbcn-decidim-barcelona.s3.eu-west-1.amazonaws.com/o36pza1gnypzf6ozjgvdz3jf4qlc?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D%22Avaluacio202122_ASPB.pdf%22%3B%20filename%2A%3DUTF-8%27%27Avaluacio202122_ASPB.pdf&response-content-type=applic.

DAWKINS, L. C., BROWN, K., BERNIE, D. J., LOWE, J. A., ECONOMOU, T., GRASSIE, D., SCHWARTZ, Y., GODOY-SHIMIZU, D., KOROLOJA, I., MOVIC, D., WINGATE, D. i DYER, E. (2024). «Quantifying overheating risk in English schools: A spatially coherent climate risk assessment». *Climate Risk Management*, 44, 100602.

DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2023). *Pla d'adequació al canvi climàtic*. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya. <https://educacio.gencat.cat/ca/arees-actuacio/centres-serveis-educatius/centres/pla-adequacio-canvi-climatic/index.html>.

DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2021). *Pla director d'infraestructures educatives*. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya. <https://educacio.gencat.cat/web/.content/home/departament/linies-estrategiques/pla-director-infraestructures-educatives/infraestructures-educatives.pdf>.

DOMENE, E., SATORRAS, M., BORRÀS, M., VANDELLÓS, A. i CALVET-MIR, L. (2023). «Les onades de calor a la metròpoli: percepcions del risc, efectes sobre la salut i pràctiques d'adaptació». *Recerca urbana per transformar. Anuari Metropolità de Barcelona*, vol. 1, p. 141-166.

DOMÍNGUEZ-AMARILLO, S., FERNÁNDEZ-AGÜERA, J., GONZÁLEZ, M. M. i CUERDO-VILCHES, T. (2020). «Overheating in schools: Factors determining children's perceptions of overall comfort indoors». *Sustainability*, vol. 12, núm. 14, p. 5772.

- EL GLOBUS VERMELL (2023). *Renaturalització d'espais educatius*. El Globus Vermell. https://patisxclima.elglobusvermell.org/wp-content/uploads/2023/03/230227_manual-patis-x-clima_alta.pdf.
- EL GLOBUS VERMELL (2024). *Bones pràctiques en renaturalització de patis escolars*. El Globus Vermell. <https://patisxclima.elglobusvermell.org/category/mapa-ca/>.
- GARCÍA-SIERRA, M. i DOMENE, E. (2022). *La calor en un futur: Índex de vulnerabilitat al canvi climàtic (IVAC)*. IERMB. Disponible a: <https://www.institutmetropoli.cat/ca/estudi/calor-futur-index-vulnerabilitat-canvi-climatic-ivac/>.
- GRECO, S., ISHIZAKA, A., TASIOU, M. i TORRISI, G. (2019). «On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness». *Social indicators research*, vol. 141, núm. 1, p. 61-94.
- GUILLAUMONT, P. i SIMONET, C. (2011). *Designing an index of physical vulnerability to climate change*. Fondation pour les Études et Recherches sur le Développement International.
- HAHN, M. B., RIEDERER, A. M. i FOSTER, S. O. (2009). «The livelihood vulnerability index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change – A case study in Mozambique». *Global Environmental Change*, vol. 19, núm. 1, p. 74-88.
- IDESCAT. (2023a). *Educació infantil i primària. Centres i professors. Per titularitat del centre*. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15713>.
- IDESCAT. 2023b. *Educació secundària. Centres i professors. Per titularitat del centre*. Idescat. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15720>.
- INSTITUT INFÀNCIA I ADOLESCÈNCIA DE BARCELONA (2021a). *Els patis de les escoles: un espai clau per al ple desenvolupament dels infants*. Document de treball. IIAB-IERMB.
- INSTITUT INFÀNCIA I ADOLESCÈNCIA DE BARCELONA (2021b). *Criteria per a un bon pati. Naturalitzat, coeducatiu i comunitari*. Institut d'Infància i Adolescència de Barcelona (IIAB), Ajuntament de Barcelona.

- INSTITUT INFÀNCIA I ADOLESCÈNCIA DE BARCELONA (2021c). *Els patis de les escoles un espai clau per al ple desenvolupament dels infants*. Document de treball. IIAB-IERMB. https://institutinfancia.cat/wp-content/uploads/2021/10/20210202_Patis_Escoles_recerca.pdf.
- INSTITUT INFÀNCIA I ADOLESCÈNCIA DE BARCELONA (2021d). *Cocreació amb els infants i la comunitat educativa per la millora del pati de l'escola*. https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/123213/1/202109_guia_cocreacio_transformem_patis.pdf.
- INSTITUT INFÀNCIA I ADOLESCÈNCIA DE BARCELONA (2022). *Avaluació 1a edició Transformem els Patis curs 2020/2021: Satisfacció i canvi d'usos*. https://ajbcn-decidim-barcelona.s3.eu-west-1.amazonaws.com/oghntor64gld7z7yrhnmqpx6jg8k?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D%22Avaluacio202021_IIAB_IERMB.pdf%22%3B%20filename%2A%3DUTF-8%27%27Avaluacio202021_IIAB_IERMB.pdf&response-content.
- LÓPEZ-PLAZAS, F., SÁNCHEZ, E. C., PÉREZ, R. L. i ALBANILLA, E. S. (2023). «Schools as climate shelters: Design, implementation and monitoring methodology based on the Barcelona experience». *Journal of Cleaner Production*, 432, 139588.
- MENEZES, J. A., CONFALONIERI, U., MADUREIRA, A. P., DUVAL, I. D. B., SANTOS, R. B. D. i MARGONARI, C. (2018). «Mapping human vulnerability to climate change in the Brazilian Amazon: the construction of a municipal vulnerability index». *PloS one*, vol. 13, núm. 2e0190808.
- MONGE-BARRIO, A. i SÁNCHEZ-OSTIZ GUTIÉRREZ, A. (2018). *Facing heatwaves and warming conditions in the mediterranean region. Passive Energy Strategies for Mediterranean Residential Buildings: Facing the Challenges of Climate Change and Vulnerable Populations*, p. 167-204. Springer.
- OLIVERAS, L., BORRELL, C., GONZÁLEZ-PIJUAN, I., GOTSSENS, M., LÓPEZ, M. J., PALÈNCIA, L., ARTAZCOZ, L. i MARÍ-DEL'OLMO, M. (2021). «The association of energy poverty with health and wellbeing in children in a Mediterranean city». *International journal of environmental research and public health*, vol. 18, núm. 11, p. 5961.

- OTTO, A. i THIEKEN, A. H. (2024). «How do childcare centers cope with heat?—Findings of a mixed-method approach from three German cities». *Climate Risk Management*, 44, 100597.
- PROULX, K., DAELMANS, B., BALTAG, V. i BANATI, P. (2024). «Climate change impacts on child and adolescent health and well-being: A narrative review». *Journal of Global Health*, vol. 14.
- RUIZ-MALLÉN, I., BARÓ, F., SATORRAS, M., ATUN, F., BLANC, N., BORTOLAMIOL, S., CASAS, L., CLAUZEL, C., GALLEZ, E., GRAND-MEYER, E., GRAS-VELÁZQUEZ, A., IVANOVA, I., NAWROT, T., PRESSER, P., RECKEN, D., SEKULOVA, F. (2023). Nature-Based Solutions for Climate Adaptation in School Environments: An Interdisciplinary Assessment Framework. A: Allam, Z. (eds). *Sustainable Urban Transitions*. Urban Sustainability. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-2695-4_6.
- SALVATI, A., ROURA, H. C. i CECERE, C. (2017). «Assessing the urban heat island and its energy impact on residential buildings in Mediterranean climate: Barcelona case study». *Energy and Buildings*, vol. 146, p. 38-54.
- SANZ-MAS, M., UBALDE-LÓPEZ, M., BORRÀS, S., BRUGUERAS, S., CONTINENTE, X., DAHER, C., MARÍ-DELL'OLMO, M. i LÓPEZ, M. J. (2024). «Adapting Schools to Climate Change with Green, Blue, and Grey Measures in Barcelona: Study Protocol of a Mixed-Method Evaluation». *Journal of Urban Health*, vol. 1, núm. 14.
- SATORRAS, M., BORRÀS, M. i DOMENE, E. (2023a). *Co-investigant el confort tèrmic a través de la ciència ciutadana a l'àmbit metropolità*. Actuació 5.3.1 CP AMB-Institut Metròpoli.
- SATORRAS, M., BORRÀS, M., SERRANO, T. i DOMENE, E. (2023b). *Percepcions i estratègies d'adaptació a la calor extrema de les llars vulnerables metropolitanès*. Actuació 5.3.2. CP AMB-Institut Metròpoli.
- SHAH, K. U., DULAL, H. B., JOHNSON, C. i BAPTISTE, A. (2013). «Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago». *Geoforum*, vol. 47, p. 125-137.
- SHORTRIDGE, A., VI, W. W., WHITE, D. D., GUARDARO, M. M., HONDULA, D. M. i VANOS, J. K. (2022). «HeatReady Schools: a novel approach to

- enhance adaptive capacity to heat through school community experiences, risks, and perceptions». *Climate Risk Management*, 36, 100437.
- TREICHEL, P. (2020). «Why focus on children: A literature review of child-centred climate change adaptation approaches». *Australian Journal of Emergency Management, The*, vol. 35, núm. 2, p. 26-33.
- UBALDE-LOPEZ, M., HONEY-ROSÉS, J., NÚÑEZ-TOBAJAS, Z., GARCÍA-MALLO, T., ABIÉTAR, DANIEL G., DAHER, C., MÁRQUEZ, S., CIRACH, M., BALLBÉ ORTÍ, A., CALVO SÁNCHEZ, R., MIQUEL AMENGUAL, A., ANTENAS, G., APARICIO, O., BERRÓN, A., COLOM, M., CHOLBI, J., FERNÁNDEZ, G., FLORES, G., GARCÍA, B., HURTADO, A., JURADO, B., PALOMEQUE, O., SOBRINO, M. i VALLS, I. (2023). *Informe final de l'avaluació d'impacte als entorns escolars pacíficats a la ciutat de Barcelona pel programa Protegim les escoles. Període, 2021-2023*. ISGlobal, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals de la Universitat de Barcelona (ICTA-UAB).
- UNICEF (2022). *El año más frío del resto de su vida: Proteger a la infancia frente al impacto creciente de las olas de calor*. UNICEF.
- UNICEF, U. (2013). *Climate change: Children's challenge. Climate Change Report*. UNICEF, London, 2013.
- URBAN INNOVATIVE ACTIONS (UIA) i Gerència d'Àrea d'Ecologia Urbana (GER) (2022). *Bona pràctica: projecte refugis climàtics*. <https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/handle/11703/12754>.
- USTEC (2022). *Temperatures als centres de treball*. Full 437. USTEC-STEs. <https://www.sindicat.net/wp-content/uploads/2022/06/full437.pdf>
- USTEC (2023). *Les mesures proposades pel Departament davant les altes temperatures són un pedaç que no resol el problema*. 3/5/2023. <https://www.sindicat.net/2023/05/03/les-mesures-proposades-pel-departament-davant-les-altes-temperatures-son-un-pedac-que-no-resol-el-problema/>
- VINCENT, K. (2004). «Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa». *Tyndall Center for Climate Change Research. Working Paper*, vol. 56, núm. 41, p. 1-50.
- WOLF, T. i MCGREGOR, G. (2013). «The development of a heat wave vulnerability index for London, United Kingdom». *Weather and Climate Extremes*, vol. 1, p. 59-68.

- WOLF, T., MCGREGOR, G. i ANALITIS, A. (2009). «Assessing vulnerability to heat stress in urban areas. The Example of Greater London». *Epidemiology*, vol. 20, núm. 6, p. S24.
- WONG, N. H., TAN, C. L., KOLOKOTSA, D. D. i TAKEBAYASHI, H. (2021). «Greenery as a mitigation and adaptation strategy to urban heat». *Nature Reviews Earth & Environment*, vol. 2, núm. 3, p.166-181.
- XU, Z., ETZEL, R. A., SU, H., HUANG, C., GUO, Y. i TONG, S. (2012). «Impact of ambient temperature on children's health: a systematic review». *Environmental research*, vol. 117, p.120-131.

Agraïments

Les autors agraeixen els comentaris rebuts pels experts i expertes durant el seminari de contrast. Volen també reconèixer el suport i la col·laboració amb el Servei d'Emergència Climàtica i Educació Ambiental de l'AMB. Així mateix, E. Domene i M. Satorras agraeixen el suport d'IMPETUS (iniciativa Heat Watchers in Action), finançat pel programa Horizon Europe de la Unió Europea (ref. nº 101058677). No obstant això, les opinions i visions expressades són només les de les autors i no reflecteixen necessàriament les de la Unió Europea, l'AMB o les persones expertes revisores.

Agraïm la participació en el seminari de contrast i les aportacions fetes al contingut d'aquest capítol de l'Anuari 2024 a un nodrit grup de persones expertes. Elles són: Xavier Basagaña, Ferran Campillo i López, Toni Garcia Salanova, Irene González Pijoan, Albert Roger Herreros i Isabel Ruiz Mallén.

El present article destaca la necessitat d'avaluar i de comprendre la vulnerabilitat de la població infantil a la calor posant l'accent en els espais que usen en el seu dia a dia. Per fer-ho, es presenta l'Índex de Vulnerabilitat al Canvi Climàtic (IVAC) com a eina per identificar les escoles i els entorns escolars que es troben en zones més vulnerables i proporcionar una base per aplicar mesures d'adaptació adequades. A l'àrea metropolitana de Barcelona, el 15,8% dels infants de 3 a 12 anys i el 14,2% dels adolescents de 13 a 16 anys viuen en zones amb alta vulnerabilitat a la calor, segons l'IVAC. Aquest índex també identifica 65 centres educatius ubicats a les zones més vulnerables.

L'article argumenta com l'IVAC pot guiar la planificació incorporant el factor de la vulnerabilitat climàtica desigual dels infants mitjançant la identificació de quatre àmbits d'acció pública: 1) la transformació dels patis escolars en refugis climàtics; 2) la rehabilitació dels centres educatius per millorar-ne el confort tèrmic; 3) la transformació dels entorns escolars i dels espais públics en zones resilients, i 4) la ciència ciutadana amb infants davant la crisi climàtica.

Transformar els centres educatius i els seus entorns escolars incorporant la vulnerabilitat desigual a la calor permet fomentar una adaptació orientada als infants més equitativa i justa. Finalment, es destaca la necessitat d'involucrar els infants com a agents actius en la lluita contra el canvi climàtic, i de promoure la justícia ambiental i l'equitat en les polítiques d'adaptació.

Elena Domene

Cap de l'Àrea de Sostenibilitat de l'Institut Metròpoli, doctora en Ciències Ambientals.

Marta García-Sierra

Investigadora en metabolisme urbà, entorns alimentaris i obesitat infantil, doctora en Ciència i Tecnologia Ambientals.

Mar Satorras

Investigadora en sostenibilitat urbana des d'una mirada social, especialment en els camps del canvi climàtic i de l'aigua, doctora en Ciència i Tecnologia Ambientals.