

¿CUÁNTA ENERGÍA ELÉCTRICA PRECISA UNA ESCUELA RURAL? ESTUDIO DE CASOS: ESTABLECIMIENTOS EN LA PROVINCIA DE SALTA

Carlos Cadena^{1,3}, Emilce Ottavianelli^{1,2}

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Consejo de Investigación, UNSa, (4400) Salta.

(2) INIQUI. Avda. Bolivia 5150, (4400) Salta;

(3) INENCO. Avda. Bolivia 5150, (4400) Salta,

cadenacinenco@gmail.com

ottavianelli@exa.unsa.edu.ar

RESUMEN: Se presenta una propuesta de clasificación de los niveles de energía eléctrica necesarios para mejorar la calidad educativa en las escuelas rurales ubicadas en la provincia de Salta. Se consideran las ubicadas en parajes o sitios que no tienen acceso a la energía eléctrica. Es innegable el hecho que cuanto más energía se dispone (dentro de límites razonables), hay más medios para mejorar el nivel de educación, confort visual, acceso a las TIC y hasta confort térmico. El punto focal será entonces, cuál es el rango de energía que se precisa, y cuál es el límite inferior que se requiere. En caso de no ser posible, qué estrategias se deben llevar adelante, para que la calidad educativa, no se deteriore. La propuesta toma como base estudios anteriores de nivel internacional que, si bien tienen estándares muy diferentes, se complementa con las realidades regionales. La reseña se hace en función de la radiación disponible en el lugar y la propuesta estima cuánta sería la energía a instalar dependiendo de la región y el tamaño del establecimiento. Se presentan los resultados obtenidos de los cálculos realizados para escuelas de la provincia de Salta en el noroeste de Argentina.

Palabras clave: educación rural, fotovoltaico, energía solar, calidad enseñanza.

INTRODUCCION

Quizás primeramente debemos preguntarnos ¿Cómo es la educación rural?, ¿cómo debe serlo? Es sabido que su principal característica, es que los alumnos están organizados en aulas multigrado, es decir, en grupos-clase donde hay niños y niñas de edades diferentes con un mismo docente. Este tipo de escuelas situadas en un contexto rural siempre ha estado muy vinculada a su municipio, ejerciendo una función social activa.

De acuerdo con Faiguenbaum (2011) son cinco los criterios más utilizados para definir espacios rurales, y entre ellos, “*el demográfico*” –entendido como cantidad de habitantes por unidad administrativa- es el más utilizado en todo el mundo y es, además, el que se emplea en las definiciones técnicas de lo rural en la Argentina. Sin embargo, aún en los casos en que prevalece este criterio, como único, los valores de corte son tan diferentes (200 habitantes en Dinamarca, Islandia, Noruega; 2000 en Argentina y 50.000, en Japón) que la heterogeneidad de posibilidades de entender la ruralidad se complejiza. Además del criterio demográfico, los otros cuatro criterios que menciona Faiguenbaum, son: a) “*el administrativo*”, según el cual se consideran rurales los centros administrativos que se encuentran fuera de las capitales distritales, provinciales o municipales según la división política de un Estado. b) “*el funcional*”, que define como rurales a las unidades administrativas que no cumplen con funciones tales como trazado de calles, equipamiento básico, infraestructura, servicios públicos. Costa Rica utiliza este criterio combinado con el administrativo. c) “*el económico*”, que entiende como rurales a los centros poblados que no poseen cierto grado de desarrollo de las actividades productivas

secundarias y terciarias. Es el caso de Chile que aplica este criterio combinado con el demográfico. d) “el legal”, delimita como rurales a las localidades según las disposiciones de la ley vigente, sin considerar cantidad de habitantes, densidad, u otra variable. Como ejemplo de la aplicación de este criterio se menciona a Uruguay. Los ejemplos tomados en los distintos países latinoamericanos muestran no sólo la diversidad de criterios sino también las distintas combinaciones posibles. En el caso de nuestro país, la situación no es menos compleja.

Por otra parte, y como para tener la verdadera dimensión del problema, se observa en la tabla 1, que las regiones del noroeste y noreste de Argentina (NOA y NEA), presentan los mayores valores de población rural dispersa.

	Ámbito Urbano		Ámbito Rural		Rural agrupado		Rural disperso	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010	2001	2010
Total	89,4	91,0	10,6	9,0	3,4	3,3	7,2	5,7
Centro	94,2	95,2	5,8	4,8	2,4	2,3	3,4	2,4
Cuyo	82,1	83,9	17,9	16,1	4,9	4,8	13,0	11,4
NEA	76,7	80,3	23,3	19,7	3,7	4,0	19,6	15,6
NOA	78,3	80,8	21,7	19,2	6,4	5,9	15,3	13,3
SUR	87,7	90,1	12,3	9,9	5,7	5,2	6,5	4,7

Tabla1: distribución de la población por ámbito. Fuente: Temas de Educación PANORAMA DE LA EDUCACIÓN RURAL EN ARGENTINA Año 10 / N° 12 / octubre 2015

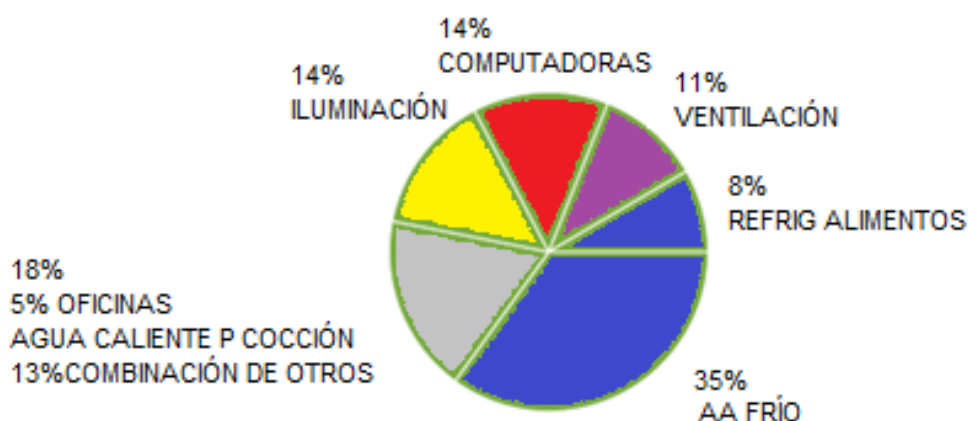
Habiéndose aclarado este primer aspecto, se considera su relación con la ruralidad referida al rendimiento en el aprendizaje, donde los resultados en la Argentina son sustancialmente inferiores a los obtenidos por los países desarrollados y también inferiores a muchos de los países asiáticos en desarrollo. Además, las pruebas de rendimiento de aprendizaje demuestran que los alumnos escasamente logran el 50% de lo esperado en el currículo oficial vigente (mientras que los de las escuelas urbanas de buen nivel alcanzan casi el 100%), y que sólo la mitad de los alumnos de los primeros grados comprende lo que lee, tal como lo expresa Colbert, 1999.

En cuanto al acceso físico a la escuela, muchos países, aseguran el mismo para la educación primaria, inclusive a los grupos aislados en zonas rurales, en nuestro caso es sabido que muchos niños deben recorrer largas distancias a pie o mula. Además, en zonas de pueblos originarios todavía hay problemas de acceso en dichas zonas rurales, donde las escuelas son bilingües. Por otra parte, el ingreso tardío en el sistema, la repitencia y la deserción temporal o permanente, disminuyen la tasa neta de matrícula y, por tanto, el número de niños que logra completar la primaria es reducido. Además, y para complicar la situación hay un gran porcentaje de escuelas mono docentes con maestros que no han sido capacitados en estrategias para atender la escuela multigrado. “El entorno físico de aprendizaje es un elemento influyente en la naturaleza compleja y altamente contextualizada del aprendizaje”, A. Schleicher (2017).

El profesor Steve Higgins, de la Universidad de Durham realizó una revisión literaria, 'El impacto de los ambientes educativos', sobre las distintas investigaciones realizadas en torno al impacto que las condiciones ambientales y ergonómicas de los centros educativos tienen en el rendimiento de los estudiantes y en la labor de los docentes. Higgins subraya una evidencia clara entre ambiente y rendimiento escolar: "ambientes de aprendizaje extremadamente pobres tienen un efecto negativo en los estudiantes y el personal docente" y “se obtienen beneficios significativos”, si se mejora el mismo. La calidad interna del aire, ventilación y confort térmico, iluminación, acústica y el tamaño de la escuela y de las aulas son algunos de los atributos espaciales que pueden incidir sobre el rendimiento de alumnos y profesores. Higgins, S. (2005), Duyar (2010).

Los edificios de preescolar hasta la secundaria (K-12) en los EE. UU. usan un promedio de 15 kilovatios-hora de electricidad y 1.52 m³ de gas natural por m² de superficie del establecimiento anualmente. En término medio, en los edificios escolares de EE. UU., la calefacción, el enfriamiento y la iluminación de los espacios en conjunto representan casi el 70 % del uso de energía en las escuelas (Figura 1). Las cargas eléctricas, como las computadoras y las copiadoras, constituyen uno de los tres principales usos finales de la electricidad, después de la iluminación y la refrigeración.

USOS DE LA ELECTRICIDAD SEGÚN ÍNDICE K-12



*Figura 1: Consumo de Energía por uso final en escuelas de USA.
Traducida de Energy Efficiency Program for Business, EE. UU., 2018*

Si bien no puede darse un valor exacto de consumo de electricidad debido a que existen particularidades entre diferentes regiones, provocado en gran medida por cuestiones climáticas y cantidad de estudiantes. ¿Qué características afectan el uso de energía en las escuelas? La actividad y el clima a menudo se correlacionan con el consumo de energía. Por ejemplo, el consumo será diferente si la escuela experimenta más días de bajas o de altas temperaturas, la tenencia de equipamiento, por ejemplo, más computadoras por metro cuadrado consumen más energía, en promedio, en principio también existen diferencias entre el consumo de acuerdo con que la escuela atienda solo nivel primario o solo secundario, solo por mencionar algunas.

METODOLOGÍA

Se plantea un estudio que pretende ampliar el espectro de posibilidades, de acceso a la energía, que permitirán dar solución a ciertas carencias de las poblaciones rurales aisladas: Imposibilidad de acceso a la información y falta de potencia en el equipamiento, las soluciones se basan en el uso de la energía solar de manera que garanticen el uso continuo de dispositivos eléctricos y térmicos y conexión permanente a internet. El trabajo realizado se centra en tres líneas de análisis, las cuales se basan en tres aspectos: identificación de consumos, cuantificación realista de la energía disponible y aprovechamiento estratégico de la radiación solar.

La recolección de información primaria se realizó a través de entrevistas a informantes clave, debido a que la posición u ocupación de estas personas pueden proporcionar información relevante dada su relación con distintos sectores y realidades, por su participación en proyectos e iniciativas productivas, económicas o sociales y sobre todo por su conocimiento.

También se recurrió a la investigación documental como estrategia metodológica de recolección de datos (Informes gubernamentales, literatura disponible, etc.) y análisis de la experiencia desde una visión crítica que combinó aspectos técnicos y sociales que concluyen en una propuesta de intervención integral. Esto permitió contextualizar los espacios que forman parte del estudio,

revisando críticamente diferentes trabajos académicos y técnicos, caracterizando experiencias, estableciendo relaciones diacrónicas y sincrónicas entre acontecimientos actuales y pasados.

Por otra parte, la cantidad y la calidad de los datos sobre la energía disponible para las escuelas es escasa, ya que no está sistematizada la información del uso de los combustibles tradicionales. No hay cifras exactas sobre el rendimiento de los sistemas eléctricos aislados. En general se mide como consumo la potencia inicial instalada relacionada con los datos de radiación media.

El mercado energético rural funciona de manera diferente al urbano. En las escuelas rurales aisladas no hay infraestructura para el suministro de electricidad, gas natural, combustibles líquidos; sumado a esto en muchas zonas de población rural dispersa los problemas de acceso, complicado por la topografía del lugar, hacen inviable, económicamente, la concreción de obras de tendido eléctrico. En el caso de Argentina las Encuestas Permanentes De Hogares (EPH) realizan mediciones periódicas que no incluyen a los hogares rurales. Para la ruralidad solo se cuenta con los datos oficiales de los censos nacionales, y el último se realizó en 2010. Por esto, no se cuenta con datos actualizados para formular o modificar políticas que involucren a estas comunidades educativas. Mientras tanto la población rural, tanto agrupada como dispersa, disminuye año a año (ver Tabla 1).

Características de la provincia de Salta

La gran diversidad del relieve salteño determina la existencia de diversos microclimas. A pesar de ello, pueden agruparse ciertas condiciones atmosféricas como para determinar características similares. En la región cordillerana al oeste salteño, el clima es desértico de altura, con temperaturas extremadamente bajas, agravadas por helados vientos huracanados. En la zona de la puna el aire está enrarecido por la escasez de oxígeno y las lluvias son muy aisladas. Existen zonas donde no llueve nunca. En cambio, en la región de los valles ubicada en el centro provincial, el clima es templado con 20° C de promedio anual, con lluvias estacionales que penetran profundamente en el suelo permeable y dan gran fertilidad a la tierra. La región chaqueña (al este de Salta) posee un clima subtropical y se presentan lluvias torrenciales de diciembre a marzo, esta región requiere de energía para potabilizar el agua de consumo humano ya que las napas de agua tienen gran cantidad de arsénico.

Las últimas cifras disponibles del año 2016 informan que las tasas brutas de mortalidad y de natalidad fueron 5,90 por mil y 19,25 por mil respectivamente, y la tasa de mortalidad infantil de 11,72 por mil nacidos vivos (INDEC, 2010).

El indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (2014) para los hogares en la provincia de Salta, resultó 19,4 %. La situación más desfavorable se presenta en el departamento de Rivadavia en la región chaqueña donde el 49,1 % de hogares posee un NBI negativo (INDEC, 2010). Estos aspectos pueden modificarse si se mejoran los sistemas de salud y educativos, apuntando a incrementar su calidad.

El 3,1% de la población de 10 años y más es analfabeta, porcentaje que descendió con respecto a la cifra de 2001 que fue de 4,7 %. Los valores extremos se presentan en el departamento Capital con el menor porcentaje de 1,3 % de analfabetos y el mayor en el departamento de Santa Victoria en 14,5 % (INDEC, 2010). La provincia de Salta, según el Padrón General de Establecimientos Educativos 2020, Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología, Gobierno de la Provincia de Salta (<http://www.edusalta.gov.ar/index.php/docman/dpto-estadistica/establecimientos/5624-padron-general-establecimientos-educativos-2020>, visitado octubre 2020) cuenta con 1502 establecimientos educativos, en la tabla 2 se muestran los números de alumnos en los dos niveles, primario y secundario de acuerdo con el ámbito de la escuela. Estas cifras, sólo de la provincia de Salta, muestran la verdadera magnitud de la problemática que se plantea.

Ámbito (2018)	N° Establecimientos	Alumnos primarios	Alumnos secundarios
Urbano	857	157488	114418
Rural aglomerado	310	20177	10495
Rural disperso	335	8081	1513
Totales	1502	185746	126426

Tabla 2: Número de establecimientos educativos y población estudiantil en 2018, fuente Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología, Provincia de Salta.

Si bien con solo estos números no se pueden emitir conclusiones, puede observarse que la disminución de alumnos al pasar del nivel primario al secundario es mayor en los ámbitos rurales que en el urbano.

En la figura 2 se muestran datos de la región, comparados con otros países como Canadá que se encuentra casi en el extremo de los mayores consumos mundiales e Iraq como ejemplo de bajos consumos por habitante, World Bank (2014). De la gráfica surge que Argentina pertenece a los países de bajo consumo por habitante, además, la provincia de Salta presenta a su vez un consumo menor que la media de Argentina. Si se intentara ubicar en la figura el nivel de consumo de la población rural dispersa, seguramente sería invisible en la misma.

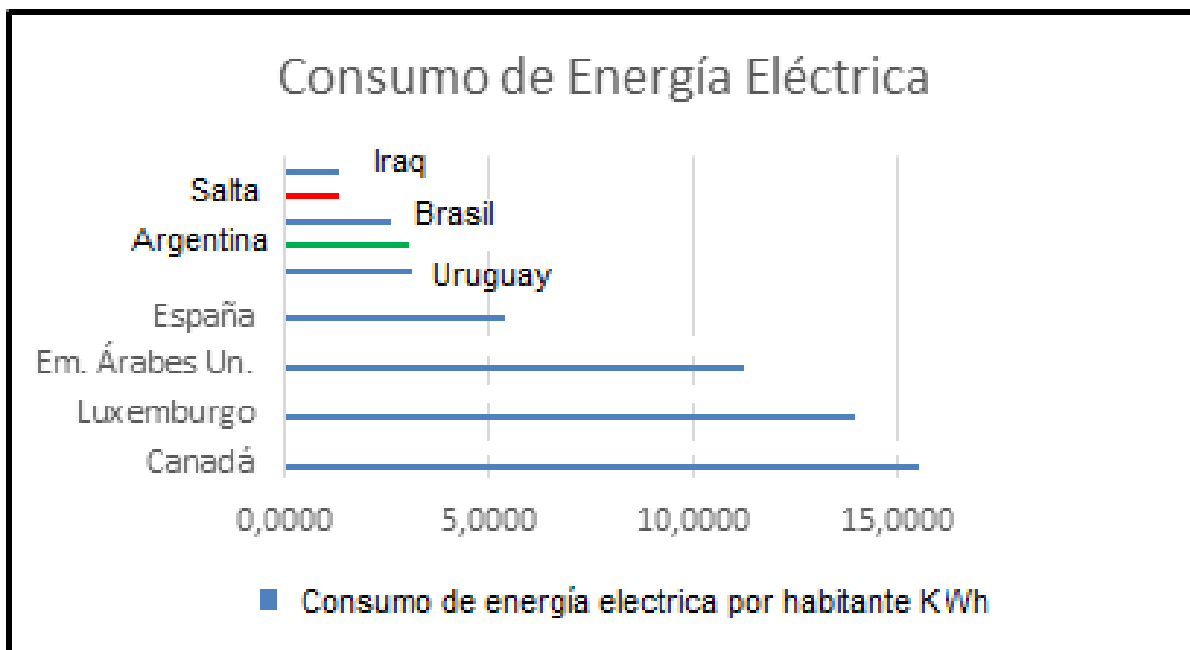


Figura 2: Consumo de energía eléctrica en distintos países, fuente World Bank (2014) y datos propios.

El trabajo que se lleva adelante se apoya en tres propuestas que en cierta forma son una combinación de estas:

- Se tomó el valor medio propuesto (para consumo en establecimientos escolares) por Thewes 2014, es decir, 15 kWh / m² año; adecuándolo a la necesidad regional y completándolo con un 30% más con el aporte de la energía “solar térmica”.
- Se tomaron datos para ubicar niveles de consumo propuestos en el informe: “Beyond Connections: Energy Access Redefined” (ESMAP Technical Report 008/15) full report and associated materials are forthcoming. Copyright © June 2015
- Se adaptó la propuesta de un trabajo anterior “Habitat and energy poverty in isolated rural areas of northwest argentine. Did public policies consider the use of solar energy for its mitigation?” (Ottavianelli, Gonzalez y Cadena; en prensa)

En la tabla 3, se muestran los niveles (se utiliza la idea de niveles de acceso a la energía dados por la cantidad de ésta a la que pueden acceder), caracterización y demás datos, propuestos en el trabajo mencionado en el “punto c”, y que sirvió de guía orientadora para la construcción de la propuesta

			Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
C A P A C I D A D	Electri- - cidad	Potencia	Mínimo 10 W	Mínimo 50 W	Mínimo 200W	Mínimo 800 W	Mínimo 2 kW
		Aplica -- - ción	Dos puntos Luz led Recarga de un celular	Pequeña instalación solar hogareña	Generador solar rural típico	Generador o red	Red
	No-eléctrico Ej.: solar térmica				La energía disponible cumple parcialmen te los requisitos	La energía disponible cumple en gran medida los requisitos	La energía disponible cumple todos los requisitos
Hs / día	Electricidad		Mínimo 2 hrs	Mínimo 4 hrs	Mínimo 50% de las hs de trabajo	La mayor parte de las hs de trabajo (Mínimo 75%)	Casi todas las hs de trabajo (Mínimo 95%)
	No-eléctrico				La energía Disponible cumple parcialmen te los requisitos	La energía disponible cumple en gran medida los requisitos	La energía disponible cumple todos los requisitos

Tabla 3: se establecen diferentes niveles de energía del establecimiento. Elaboración propia, basada en "Beyond Connections: Energy Access Redefined"

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las políticas públicas, los programas y las agendas de los organismos internacionales, no solo establecieron a la falta de acceso a la energía como un problema a escala mundial, sino que también diseñaron propuestas de solución para el mismo. Estas propuestas consolidaron la idea de implementar una serie de modelos de electrificación rural que pudieran ser instalados en los distintos países a partir de financiamientos y ayudas económicas externas. De este modo, los recursos económicos quedaron sujetos a la implementación de un esquema de electrificación provisto por las entidades de financiamiento internacional (Schmukler, 2018).

Tal como se viene observando, muchos proyectos oficiales, relacionados básicamente con el suministro de energía eléctrica para zonas rurales en Argentina, pasaron del inicio. El Gobierno Nacional, los Gobiernos Provinciales, ONGs e inclusive algunas empresas particulares, realizaron en los últimos veinticinco años diversos intentos de transferencia, poniendo en funcionamiento proyectos demostrativos, sistemas concesionados, o bien instalaciones otorgadas en carácter de donación a lo largo y ancho del país, con distintos resultados. Lo obtenido no refleja el esfuerzo realizado por profesionales o técnicos en la materia, como así tampoco el monto de la inversión económica realizada. Quizás la respuesta esté en la falta de sostenibilidad de los propios proyectos. Si bien es aceptable decir que la instalación de sistemas eléctricos con energías renovables es algo que se

produce con mucha “naturalidad”, quizás porque la popularidad de los módulos fotovoltaicos tiene bastante antigüedad y su comercialización ha sido muy difundida, la instalación de equipos del tipo térmico, y debido fundamentalmente a razones de tipo cultural (como podrían ser las cocinas solares), resulta más compleja, pese a que las necesidades de las comunidades educativas o sociales que habitan la zona, son evidentes y tienen urgencia, tal como lo describe Cadena, Carlos (2006). Desde esta perspectiva es innegable que deben realizarse algunos cambios, que no necesariamente impliquen mayores esfuerzos económicos. Se requiere un cambio en la forma de pensar.

En otro orden de cosas, y como primer punto se señalarán los datos de radiación que se muestran en la figura 3, donde se observa que la Provincia de Salta tiene valores ubicados aproximadamente entre 1700 – 2600 kWhm², como valores promedio de la radiación solar anual, estos son los valores que fueron empleados para la propuesta que se expondrá.

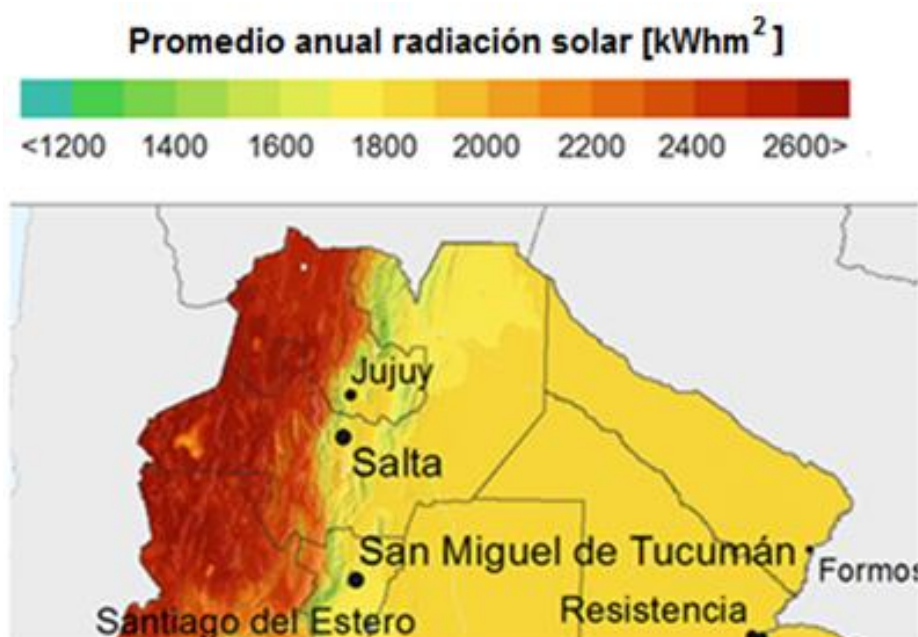


Figura 3: promedio radiación solar. <https://www.google.com/search?q=solar+gis+para+argentina>, último acceso 01-09-2020.

Se muestra también en la figura 4, la propuesta del “punto a”, modificada del trabajo de Thewes, al que se le hicieron las transformaciones siguientes:

- A. Se substituye hasta en un 30% la electricidad por energía solar térmica.
- B. Se incluye un equipo de radiocomunicaciones.
- C. Se disminuye la energía para iluminación por el uso corriente de tecnología led.
- D. Se cambia “computadoras” por TICs, pues posibilita un mejor acceso a los contenidos web.
- E. Se cambia el concepto de refrigeración por acondicionamiento bioclimático, más eficiente y sustentable.
- F. Reducción en el concepto varios, por reemplazo con el empleo de energía solar térmica.

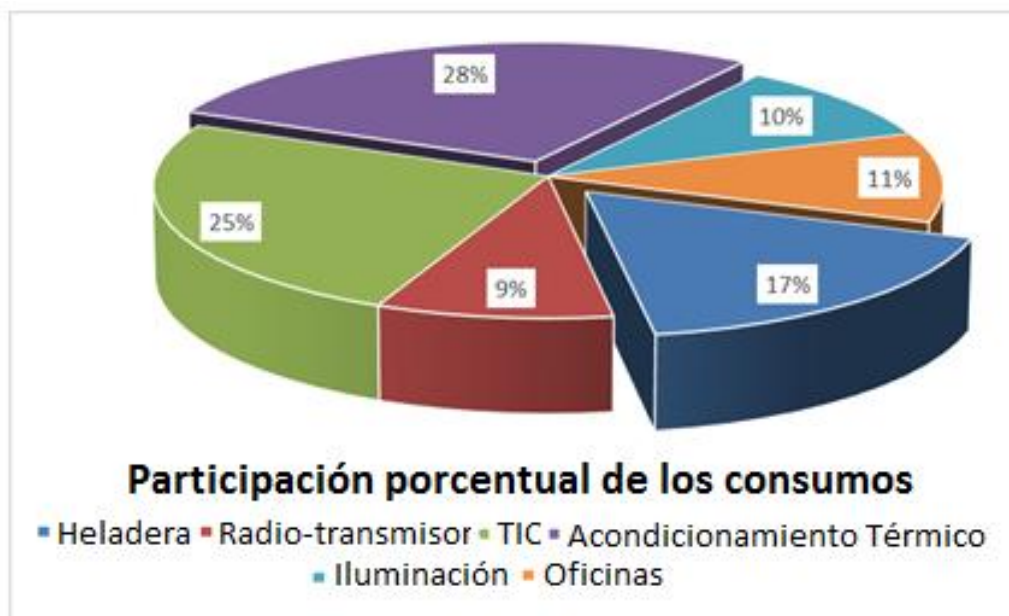


Figura 4: Porcentajes de los consumos en el edificio escolar planteado, fuente: elaboración propia

Por una parte, y para proporcionar energía eléctrica y térmica se debería enfocar el tema como un trabajo integral, por razones de costos, eficiencia y sustentabilidad. Aceptando que con la tecnología disponible en nuestro país es más probable que se puedan fabricar colectores planos (térmicos), que módulos fotovoltaicos. Lo racional entonces, sería integrar los sistemas y no depender tanto de la tecnología foránea.

La tabla 4 muestra las características de los niveles de energía característicos propuestos, en función de lo observado en entrevistas y conversaciones con los maestros, Cadena et al 2000. Se agrega, como se planteó precedentemente, un 30% aproximadamente de energía térmica. En otro orden de cosas, la columna INACEPTABLE, está autodefinida, ya que, si no se instala energía solar térmica, no se puede asegurar un mínimo en la calidad de la enseñanza definida como tal. Por otra parte, se ubican los establecimientos en las cuatro categorías que se muestran: Inaceptable, Mínimo, Típico e Ideal, en función de la observación de las escuelas de las que se tiene información verbal.

		INACEPTABLE No cumple ni mínimamente	MÍNIMO cumplimiento parcial	TÍPICO* cumple en gran medida	IDEAL cumple con todo lo que se precisa
Requerimiento energía anual	eléctrica	<7kWh/m2 año	7kWh/m2 año	15kWh/m2 año	20kWh/m2 año
	térmica	-	2579 kCal/m2 año	3869kCal/m2 año	5159kCal/m2 año
Superf. de la escuela	150m ²	<1050Wh	1050Wh +386.850kCal	2250Wh +580.500kCal	3000Wh +774.000 kCal
	250m ²	<1750Wh	1750Wh +644.750kCal	3750Wh +967.500kCal	5000Wh +1.290.000 kCal
	350m ²	<2450Wh	2450Wh +902.650kCal	5250Wh +1.354.500kCal	7000Wh +1.806.000 kCal
	450m ²	<3150Wh	3150Wh +1160.550kCal	6750Wh +1741500 kCal	9000Wh +2322000 kCal

Tabla 4: requerimientos energéticos en función de la superficie y de los niveles de energía propuestos

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para el dimensionamiento eléctrico donde se utilizaron los datos siguientes: radiación de la zona (se tomó el límite inferior de radiación promedio), superficie de la escuela y la energía efectiva necesaria. Esta última se obtiene de la siguiente manera:

Energía efectiva E

Está dado por el consumo eléctrico considerando las posibles pérdidas que se producirán en el sistema FV, mediante la siguiente ecuación:

$$E = E_T / R \quad (1)$$

Donde E_T se obtiene de la tabla 4 (solo lo eléctrico), y R es un parámetro que considera el rendimiento global de la instalación. Este rendimiento viene expresado por la siguiente ecuación:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \left(1 - \frac{K_a}{P_d} N\right) \quad (2)$$

K_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

- 0.05 para sistemas que no demanden descargas intensas.
- 0.1 para sistemas con descargas profundas

K_c Coeficiente de pérdidas en el inversor:

- 0.05 para inversores con onda sinusoidal pura, en régimen óptimo de trabajo.
- 0.1 para inversores en otras condiciones de trabajo.

K_v : Coeficiente de pérdidas varias.

- Se consideran pérdidas como efecto joule, rendimiento global de la red, etc.
- 0.05 a 0.15 (valores de referencia)

K_a : Coeficiente de autodescarga diaria:

- 0.002 para baterías de baja autodescarga (ej. Ni-Cd)
- 0.005 para baterías estacionarias de plomo-ácido
- 0.012 para baterías de elevada autodescarga (ej. de automotores)

P_d : Profundidad de descarga diaria de la batería.

La profundidad de descarga no deberá exceder el 80% de la capacidad nominal de la batería ya que ello conllevaría al decrecimiento en la eficiencia de esta provocada por los ciclos de carga-descarga.

N : Número de días de autonomía de la instalación:

Con el valor de energía E, y las horas pico de sol, se completa el cálculo en los aspectos eléctricos y a continuación se muestran para la categoría TÍPICO*, los niveles de potencia requerida:

Rad. anual de la zona [kWhm ² año]	potencia eléctrica necesaria, categoría TÍPICO			
	superficie del establecimiento			
	150m ²	250m ²	350m ²	450m ²
>1600	1,65	2,76	3,86	4,95
>1800	1,47	2,45	3,44	4,41
>2000	1,31	2,19	3,07	3,93
>2200	1,2	2,00	2,81	3,6
>2400	1,1	1,84	2,57	3,3
>2600	1,02	1,70	2,39	3,06

Tabla 5: dimensionamiento eléctrico, fuente elaboración propia

Verificación del cálculo: si se toma por ejemplo una escuela de 250 m² en un sitio que tiene una radiación de 2000kWh/m² año (unas 5,5 HPS diarias), y se suman las participaciones porcentuales de los consumos, mostrados en la figura 4 (o sea un valor de potencia calculado de 2,19kW; se tendrá la tabla 6:

Potencia instalada [Watts]	Equipamiento	% de la potencia instalada
372,3	heladera	17%
197,1	radiotransmisor	9%
547,5	TIC	25%
613,2	acond. térm	28%
219	iluminación	10%
240,9	oficinas	11%
2190	Watts totales	100%

Tabla 6: potencia del artefacto/os y porcentaje de consumo acuerdo con la figura 4

Considerando que el sitio dispone de 5,5 HPS (horas pico sol diario) y que en algunos ítems (artefactos) se utilizan varios artefactos, se obtiene la tabla 7, donde se observa que verifica (aproximadamente), de la siguiente forma: heladera 12hs/día; radiotransmisor 10 minutos; TICs varios equipos 4hs/día; acondicionamiento térmico 6hs/día; iluminación varios artefactos 5hs/día, y oficinas sin discriminación, pues hay diferentes equipos con distintos consumos.

4467,6	372,3	heladera
11,8	197,1	radiotransmis
2190,0	547,5	TICs
3679,2	613,2	acond. Térm
1095,0	219	iluminación
626,3	240,9	oficinas
12070,0	2190	watts

Tabla 7: verificación de la energía disponible con respecto a los consumos

CONCLUSIONES

Se presenta una propuesta de mejora para los establecimientos educativos de zonas rurales, poniendo énfasis en lo importante del entorno educativo, para obtener un mejor aprovechamiento académico, en la cual se establecen niveles que permitirían la realización en etapas. Debe tener presente que además de la inversión económica que implica la propuesta, existe la problemática de la transferencia de tecnología, que conlleva cambios en los hábitos cotidianos de los actores involucrados.

Es muy complejo intentar explicar desde lo técnico, cuáles son las verdaderas razones para llevar adelante un cambio de fondo en los hábitos de la gente, de acuerdo con lo que han mostrado las experiencias de transferencia de equipos solares térmicos y sistemas fotovoltaicos. Por esto, la cuestión de la transferencia de tecnología se presenta como una problemática que requiere de la valuación de las acciones ya realizadas, de estudio y análisis si se pretende el uso continuo de los dispositivos y más aún si se plantea, en algún caso, una cierta difusión. De manera paralela, las acciones a emprender debieran considerar la sostenibilidad en el uso de los sistemas que emplean energía solar mediante un abordaje sistemático que tenga en cuenta las necesidades de cada una de las comunidades educativas en las que se realizaría la aplicación con la mirada puesta en el impacto social que producen.



Figura 5: imagen de una escuela rural aislada en Salta. Gentileza diario digital INFORMATE SALTA

Implementar la transferencia de sistemas solares térmicos en poblaciones rurales aisladas es complejo y aparecen distintas dimensiones, aun cuando se consideren superados obstáculos asociados sólo con la tecnología, es decir considerando que la tecnología es confiable y segura. Dado que existen experiencias exitosas aisladas y se han detectado qué condiciones previas deben darse para favorecer una transferencia con impacto, las propuestas para superar debilidades y amenazas nos llevan a formas de interacción más complejas y específicas. Con la propuesta presentada y teniendo en cuenta lo explicitado precedentemente, las escuelas rurales son el lugar destacado donde el intercambio debe realizarse en forma conjunta con los maestros rurales, que son a su vez promotores ideales en las comunidades donde conviven. Muchas de estas escuelas rurales tienen el régimen de escuelas albergues, donde se debe cocinar para los niños.

La energía para la cocción de alimentos en estas escuelas constituye un problema de magnitud tal, que como se puede suponer no escapa de la problemática mundial, y que tiene que ver, tanto con la mejora del nivel de vida de los habitantes, como en el mantenimiento del medio ambiente. Estas regiones disponen de muy pocos recursos bioenergéticos y su explotación produce serios problemas de desertificación, como ocurre, por ejemplo, en la Puna. Un modelo de lo que sucede en estas regiones, es lo que acontece con el uso de un arbusto conocido como "tola". Las costumbres son tales, que estos arbustos son arrancados de raíz, y se necesita en promedio entre ocho y diez años para tener una nueva planta en condiciones de ser utilizada. Debido al hecho que, en las escuelas rurales, donde los escolares se alimentan y frecuentemente pernoctan, los padres deben aportar con un kilogramo de leña por escolar y por día. Paralelamente, esta escasez también tiene una gran influencia en la alimentación y en la transmisión de muchas enfermedades infecciosas. Por otra parte, los peligros para la salud y el estado nutricional que presentan los alimentos poco cocidos son patentes en el caso de algunos alimentos básicos, como por ejemplo el maíz, la papa o la yuca. Los mismos deben estar muy bien cocidos para que sean inocuos para el consumo humano, y para hacerlos más gustosos o digeribles. Cadena, et al 2003.

Las cocinas solares forman parte de un ejemplo de las transferencias necesarias, se menciona también de la necesidad de transferencia de energía solar térmica que posibilitaría entre otras cosas la mejor higiene personal de los niños.

Pensar en mejorar la transferencia de tecnología solar requiere pensar en los actores de la misma: los técnicos, los investigadores, el usuario final. Esto lleva a considerar los espacios en los que los mismos desarrollan su actividad y los modos o maneras en que se relacionan. Esos vínculos debieran atenderse considerando las características de cada una de las instituciones y de los grupos que intervienen, como también las características geográficas de la zona de ubicación.

REFERENCIAS

- Beyond Connections: Energy Access Redefined. (ESMAP Technical Report 008/15) full report and associated materials are forthcoming. Copyright © June 2015
- Business Energy Advisor, Managing Energy Costs in K-12 Schools, <https://ouc.bizenergyadvisor.com/schools>, último acceso 17-08-18.
- Cadena, Carlos, 2006; ERMA
- Cadena, Carlos, 2000; Informe técnico OEA
- Colbert, Vicky El caso de la Escuela Nueva en Colombia. La Revista Iberoamericana de Educación Mayo - Agosto 1999
- Higgins S., Hall E., Wall K., Woolner P., McCaughey C., The Impact of School Environments: A literature review, Produced for the Design Council, The Centre for Learning and Teaching School of Education, Communication and Language Science, University of Newcastle, 2005.
- Ottavianelli E, Cadena C. 2016; Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 20, pp 12.55-12.63.
- Ottavianelli E., Cadena C., 2017; Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 21, pp 12.01-12.10.
- Rospi G., Cardinale N., Intini F., Negro E., (2017) Energy and Buildings 152 (2017) 52–60
- Schleicher A., 2017, OECD Director of Education and Skills, Learning Environments Evaluation Programme (LEEP), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development).
- Temas de Educación PANORAMA DE LA EDUCACIÓN RURAL EN ARGENTINA Año 10 / N° 12 / Octubre 2015
- Thewes, A. 2014 Energy and Buildings 68 (2014)
- U. S. Energy Information Administration (EIA), 2012; Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS). Retrieved from <https://www.eia.gov/consumption/commercial/reports/2012/energyusage>.
- World Bank, consume per capita electricidad, <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?view=chart>

ABSTRACT: A proposal for the classification of the levels of electrical energy necessary to improve educational quality in rural schools is presented. Those located in places or sites that do not have access to electricity are considered. The fact is undeniable that the more energy available (within reasonable limits), there are more means to improve the level of education, visual comfort, access to ICT and even thermal comfort. The focal point will then be, what is the range of energy that is required, and what is the lower limit that is required. If this is not possible, what strategies should be carried out, so that educational quality does not deteriorate. The proposal is based on previous international studies that, although they have very different standards, are complemented by regional realities. The review is based on the radiation available at the site and the proposal estimates how much energy would be installed depending on the region and the size of the establishment. The results obtained from the calculations are presented

Keywords: rural education, photovoltaic, solar energy, teaching quality.