

ARTÍCULO CIENTÍFICO
CIENCIAS SOCIALES

**Validación del cuestionario de alfabetización energética en
comunidades rurales aisladas**
***Validation of the energy literacy questionnaire in isolated rural
communities***

**Yudelkys Ponce Valdés ^I, María del Carmen Echevarría Gómez ^I, Carlos Rafael
Sebrango Rodríguez ^I, Andel Pérez González ^{II}**

^I. Centro de Estudio de Energía y Procesos Industriales, Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Sancti Spíritus, Sancti Spíritus, Cuba

yponce@uniss.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0002-2893-0790>

mariac@uniss.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0003-2502-4300>

sebrango@uniss.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0001-6453-1538>

^{II}. Departamento de Física-Matemática, Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Sancti Spíritus, Sancti Spíritus, Cuba

apgonzalez@uniss.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0003-4435-4030>

Recibido: 12/04/2026
Aprobado: 20/05/2026

Revisado: 05/05/2026
Publicado: 10/07/2026

RESUMEN

La transición energética en comunidades rurales aisladas demandó instrumentos que trasciendan el enfoque cognitivo para incorporar dimensiones de justicia energética y empoderamiento comunitario, reconociendo las asimetrías históricas en el acceso energético. Este estudio tuvo como objetivo construir el Cuestionario de Alfabetización Energética para Comunidades Rurales Aisladas (CAE-CRA), un instrumento de cuatro dimensiones que integra conocimientos técnicos, actitudes hacia las fuentes renovables, prácticas de consumo sostenible y justicia energética. Se implementó un diseño de validación mixta secuencial en cuatro fases: fundamentación teórica; validación de contenido por juicio de 12 expertos multidisciplinarios; prueba piloto aplicada a 187 habitantes de comunidades rurales aisladas de Cuba; y análisis psicométrico confirmatorio mediante ecuaciones estructurales. Los resultados evidenciaron propiedades psicométricas robustas: validez de contenido excelente (CVI=0,93; CVR=0,89), confiabilidad interna satisfactoria (Alfa de Cronbach=0,89; Omega=0,91) y validez de constructo verificada (CFI=0,94; RMSEA=0,05). La dimensión de justicia energética, operacionalizada por primera vez en un instrumento de este tipo, mostró confiabilidad de

0,87 y correlaciones moderadas con las demás dimensiones ($r=0,52-0,68$), además de registrar la mayor varianza explicada (54,8%). El CAE-CRA constituye un instrumento que sistematiza la justicia energética como componente medible de la alfabetización energética, ofreciendo una herramienta válida y contextualizada para evaluar programas de alfabetización energética en comunidades marginadas, articulando rigor psicométrico con sensibilidad a los saberes locales.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización energética; comunidades rurales aisladas; justicia energética; transición energética; validación de instrumentos.

ABSTRACT

The energy transition in isolated rural communities demanded instruments that transcend the cognitive approach to incorporate dimensions of energy justice and community empowerment, recognizing the historical asymmetries in energy access. The objective of this study was to construct and validate the Energy Literacy Questionnaire for Isolated Rural Communities (CAE-CRA acronym in Spanish), a four-dimensional instrument that integrates technical knowledge, attitudes towards renewable sources, sustainable consumption practices and energy justice. A sequential mixed validation design was implemented in four phases: theoretical foundation; content validation by judgment of 12 multidisciplinary experts; pilot test applied to 187 inhabitants of isolated rural communities in Cuba; and confirmatory psychometric analysis using structural equations. The results showed robust psychometric properties: excellent content validity (CVI=0.93; CVR=0.89), satisfactory internal reliability (Cronbach's Alpha=0.89; Omega=0.91) and verified construct validity (CFI=0.94; RMSEA=0.05). The energy justice dimension, operationalized for the first time in an instrument of this type, showed reliability of 0.87 and moderate correlations with the other dimensions ($r=0.52-0.68$), in addition to registering the largest explained variance (54.8%). The CAE-CRA constitutes an instrument that systematizes energy justice as a measurable component of energy literacy, offering a valid and contextualized tool to evaluate energy literacy programs in marginalized communities, articulating psychometric rigor with sensitivity to local knowledge.

KEYWORDS: Energy literacy; isolated rural communities; energy justice; energy transition; validation of instruments.

INTRODUCCIÓN

La transición energética exige una reconfiguración sistémica de las relaciones entre comunidades, territorios y sistemas energéticos, más allá de la mera sustitución tecnológica de fuentes (IPCC, 2023). En comunidades rurales aisladas, este proceso se



entrelaza con marginalidad histórica y vulnerabilidad energética estructural. Allí, la alfabetización energética se convierte en condición de posibilidad para superar la pasividad y avanzar hacia la autonomía y el empoderamiento comunitario (Sovacool y Dworkin, 2015). El campo ha sido dominado por el modelo propuesto por DeWaters y Powers (2013), que operacionaliza la alfabetización en dimensiones cognitiva, afectiva y conductual. Este marco ha sido reafirmado (Santillán y Cedano, 2023), aunque presenta limitaciones metodológicas consistentes, en particular la menor confiabilidad de la dimensión cognitiva atribuida a la variabilidad cultural en la selección de fuentes de conocimiento (Dixon-Pineda y Mata-Segreda, 2025).

Desde epistemologías del Sur Global, el modelo tridimensional clásico resulta problemático en contextos rurales porque asume un saber desencarnado, ajeno a las prácticas corporales y relaciones comunitarias que articulan la cognición, afecto y práctica cotidiana de forma indisoluble (De Sousa Santos, 2022); asimismo, su énfasis en la eficiencia individual choca con concepciones que históricamente entienden la energía como bien público y derecho social (Drake-Tapia, 2022). Frente a ello, la literatura reciente ha transitado hacia concepciones holísticas de empoderamiento ciudadano y justicia social (Sovacool y Dworkin, 2015), marco que cobra especial relevancia en comunidades rurales aisladas marcadas por asimetrías estructurales, dependencia del sistema centralizado e infraestructuras abandonadas, donde la justicia energética —entendida como capacidad de reconocer y actuar sobre desigualdades en acceso, control y decisión— se vuelve crítica para la soberanía comunitaria (Pérez Gutiérrez et al., 2021; Ayompe y Pham, 2026).

En este estudio, la alfabetización energética se define como un proceso educativo crítico, situado y transformador, mediado por la apropiación colectiva, que capacita a los usuarios para comprender el papel de la energía en sus sistemas naturales y sociales a través de cuatro dimensiones: conocimientos técnicos sobre sistemas off-grid y eficiencia; actitudes de valoración hacia fuentes renovables y autoeficacia; prácticas de consumo sostenible y gestión doméstica; y justicia energética, entendida como reconocimiento de inequidades estructurales y disposición a participar en la gobernanza comunitaria. Esta conceptualización se distingue del enfoque cognitivo-afectivo-conductual clásico (DeWaters y Powers, 2011) por la incorporación explícita de una dimensión político-crítica derivada de los postulados de justicia energética (Sovacool y Dworkin, 2015).

Frente a esta brecha, el presente estudio tuvo como objetivo construir el Cuestionario de Alfabetización Energética para Comunidades Rurales Aisladas (CAE-CRA), un instrumento de cuatro dimensiones que integra conocimientos técnicos, actitudes hacia las fuentes renovables, prácticas de consumo sostenible y justicia energética.

MÉTODOS

Se implementó un diseño mixto secuencial en cuatro fases interdependientes que transitaban desde la exploración cualitativa del constructo hacia la confirmación cuantitativa de sus propiedades psicométricas. Esta secuencia responde a la naturaleza del constructo, que exigió primero una operacionalización situada en el contexto cultural (Fases I-II) antes de someterlo a comprobación empírica (Fases III-IV). La lógica del diseño fue: establecer qué medir y cómo nombrarlo desde la epistemología del Sur; garantizar que los ítems representaran ese dominio; verificar que los ítems tuvieran un funcionamiento adecuado en la población; y confirmar la estructura factorial y la sensibilidad del instrumento para detectar diferencias teóricas esperadas.

El diseño de instrumentos de medición trasciende la técnica para constituir un proceso epistemológico que exige coherencia entre paradigma, teoría y metodología. Conceptualizada como proceso continuo y no terminal (Rojas Apaza et al., 2022), la validación requiere la generación sistemática de evidencias que sustenten las interpretaciones de los puntajes, en particular: validez de contenido, que examina si los ítems representan de forma adecuada el dominio del constructo; validez de constructo, que verifica si el instrumento mide en rigor el constructo teórico propuesto; y confiabilidad, que estima la consistencia y estabilidad de las mediciones.

La validez de contenido, etapa fundamental del proceso, examina el grado en que los ítems son representativos del universo del constructo (Swan et al., 2023). Su evaluación cuantitativa se realiza mediante el Coeficiente de Razón de Validez de Contenido (CVR) de Lawshe (1975) y los coeficientes CVI e IVC propuestos por Swan et al. (2023), considerándose aceptables valores de CVI $\geq 0,80$ para investigación básica.

La confiabilidad, entendida como consistencia de mediciones repetidas, constituye condición necesaria, aunque no suficiente, para la validez (Rojas Apaza et al., 2022). El coeficiente Alfa de Cronbach (α) es el estimador más utilizado, con valores $\geq 0,70$ aceptables para investigación básica y $\geq 0,80$ para aplicada (Malkewitz et al., 2023). No obstante, dado que el Alfa puede sobrestimar la consistencia ante cargas factoriales desiguales, se recomienda complementar con el coeficiente Omega de McDonald (ω), de especial robustez para ítems dicotómicos y distribuciones asimétricas (Orcan, 2023).

La investigación propone un giro epistemológico hacia perspectivas del Sur Global que legitimen saberes locales sobre energía y metodologías contextualizadas, fundamentándose en la justicia cognitiva y en la pedagogía crítica y la educación popular latinoamericana (Svensson, 2024). El diálogo de saberes emerge como estrategia para integrar conocimiento científico con saberes tradicionales, fortaleciendo tanto la pertinencia de las soluciones energéticas como el tejido comunitario. Por tanto, el aprendizaje situado



y la educación basada en el lugar permiten valorar los saberes tácitos de desarrollo histórico en contextos de escasez, superando modelos tradicionales compartimentados.

Fase I: Fundamentación teórica y operacionalización del constructo

La operacionalización del constructo se fundamentó en la integración crítica del modelo tridimensional de DeWaters y Powers (2013) con la dimensión emergente de justicia energética, mediante un proceso de reducción jerárquica de conceptos abstractos a indicadores observables (Rojas Apaza et al., 2022). Se construyó una matriz de operacionalización de cuatro dimensiones. Cada dimensión recibió una definición conceptual, desagregada en indicadores observables y traducida a un banco inicial de 47 ítems, como muestra la tabla 1.

Tabla 1. Matriz de operacionalización del constructo de alfabetización energética en comunidades rurales aisladas.

Dimensión	Definición conceptual	Indicadores	N° ítems
I. Conocimientos energéticos	Comprensión sobre fuentes de energía, eficiencia energética, impactos ambientales y sistemas tecnológicos	- Identificación correcta de fuentes renovables - Conocimiento sobre ahorro energético - Comprensión de factores de conversión energética - Clasificación de los equipos según su consumo - Realización de lecturas en las soluciones energéticas instaladas	12
II. Actitudes hacia las energías renovables	Valoraciones, preocupaciones, autoeficacia y disposición hacia la transición energética	- Preocupación por el cambio climático - Valoración de la energía renovable - Percepción de responsabilidad individual/colectiva - Autoeficacia tecnológica - Reconocimiento de beneficios ambientales, sociales y económicos de las soluciones energéticas instaladas - Valoración de la necesidad de los mantenimientos preventivos y del ahorro	14
III. Prácticas de consumo sostenible	Acciones concretas de ahorro, eficiencia, adopción de tecnologías limpias	- Prácticas sistemáticas de ahorro energético - Inversión en eficiencia - Adopción de energías renovables - Realizan mantenimiento al sistema - Gestionan la energía en el hogar	11
IV. Justicia energética	Capacidad de reconocer desigualdades estructurales en acceso y control energético, y disposición para participar en la gobernanza comunitaria.	- Reconocimiento de inequidades - Participación en decisiones - Soberanía energética - Acceso equitativo - Distribución justa	10

Este banco se construyó mediante adaptación crítica de instrumentos previos (DeWaters y Powers, 2013; Dixon-Pineda y Mata-Segreda, 2025), sometidos a un proceso de contextualización cultural que implicó: (a) eliminación de referencias a elementos inexistentes en sistemas off-grid; (b) sustitución por ejemplos contextualizados (gestión de baterías, mantenimiento de sistemas); y (c) formulación de ítems sobre reconocimiento de inequidades y participación en gobernanza para la dimensión de justicia energética.

Fase II: Validación de contenido por juicio de expertos

Se conformó un panel de 12 expertos mediante muestreo intencional por competencia técnica y experiencia contextual, garantizando la triangulación disciplinar. Los criterios de inclusión fueron:

- para ingenieros energéticos ($n = 4$), título universitario en ingeniería eléctrica o energética, especialización en renovables o microgrids aislados, y mínimo tres años de experiencia en diseño, implementación o mantenimiento de sistemas en zonas de difícil acceso;
- para educadores rurales ($n = 3$), licenciatura en educación o educación popular, conocimientos en diseño instruccional o evaluación, y un mínimo de cinco años de docencia o diseño de materiales en escuelas rurales o educación de adultos en campo;
- para profesores en estadística y psicometría ($n = 2$), posgrado en estadística o psicometría y experiencia comprobada en validación de instrumentos en ciencias sociales, salud o educación;
- para líderes comunitarios ($n = 2$), reconocimiento formal o comunitario como autoridad/líder, residencia actual con mínimo de cinco años en zona rural aislada y experiencia directa con transición energética; y
- para investigador en justicia energética ($n = 1$), doctorado o maestría en sociología o políticas públicas, con trabajo de campo etnográfico o mixto en territorios rurales.

Se aplicó el método de agregación individual sin contacto entre especialistas (Guerrero Fernández et al., 2022). Cada experto evaluó los 47 ítems mediante un protocolo estandarizado que incluía: evaluación de claridad, coherencia y pertinencia en escala Likert de 1 a 5; cualificación de cada ítem como esencial, útil pero no esencial o no necesario; y comentarios cualitativos abiertos sobre reformulaciones sugeridas.

Los criterios cuantitativos para la retención de ítems fueron: $CVI \geq 0,80$ a nivel de ítem, $CVR \geq 0,75$ según Lawshe (1975) y $CVI \text{ global} \geq 0,85$ según Swan et al. (2023). Los criterios cualitativos de exclusión fueron: cualificación de no necesario por parte de ≥ 3 expertos con argumentación fundada sobre ambigüedad semántica o inaplicabilidad cultural. De los 47 ítems iniciales, 38 (80,9%) cumplieron los criterios de retención y 9 fueron eliminados:

3 por jerga técnica incomprensible para población con baja escolaridad, 3 por asunciones culturales inadecuadas sobre acceso tecnológico, 2 por redundancia semántica con otros ítems, y 1 por baja pertinencia para contextos off-grid. La versión resultante fue un cuestionario preliminar de 38 ítems distribuidos en las cuatro dimensiones teóricas.

Fase III: Prueba piloto y análisis de ítems

La versión preliminar de 38 ítems resultante de la validación de contenido se aplicó a una muestra de 187 habitantes de cinco comunidades rurales aisladas de Cuba. El muestreo fue intencional por conveniencia (Cenizo Benjumea et al., 2016, como se citó en Bernate, et al., 2023), garantizando variabilidad en el tipo de sistema energético y en las condiciones sociodemográficas. El muestreo no probabilístico por conveniencia se adoptó dada la inexistencia de marcos muestrales actualizados, la dispersión geográfica de viviendas (> 5 km entre hogares) y las barreras de acceso terrestre estacional. Estas condiciones hacen inviable el muestreo aleatorio simple sin incurrir en costos logísticos inasumibles. Esta estrategia es aceptable según la metodología en investigación psicométrica exploratoria-confirmatoria cuando se prioriza la variabilidad del constructo sobre la representatividad poblacional (Muñiz y Fonseca-Pedrero, 2019).

Los criterios de inclusión fueron: residencia permanente en comunidad rural aislada; edad entre 18 y 75 años; y consentimiento informado.

La recolección de datos se realizó mediante encuestas presenciales administradas por investigadores, con una duración de 25-30 minutos. En paralelo, se realizaron 5 grupos focales luego de la aplicación con 6 a 10 personas por comunidad, donde los participantes verbalizaron su comprensión de ítems seleccionados, procedimiento esencial para descartar ambigüedades semánticas en contextos de baja escolaridad. Las sesiones fueron grabadas, transcritas y analizadas mediante análisis de contenido (Braun y Clarke, 2021).

Para los ítems de conocimiento, se calcularon los índices de dificultad (p) y discriminación (Di) mediante correlación punto-biserial, con criterios de aceptación: dificultad entre 0,30 y 0,80 (para evitar ítems muy fáciles o difíciles) y discriminación $\geq 0,30$. Para los ítems de actitudes, prácticas y justicia energética (escala Likert 1-4), se calculó el índice de homogeneidad mediante correlación ítem-total corregida, con criterio de exclusión para valores $< 0,20$ (Frías-Navarro & Pascual-Soler, 2022). Los valores de correlación ítem-total corregida oscilaron entre 0,38 y 0,72 para el instrumento global, y entre 0,42 y 0,68 por dimensión ($M = 0,54$; $DE = 0,08$). Por consiguiente, ningún ítem requirió eliminación pospiloto, manteniéndose la estructura de 38 ítems para la fase confirmatoria.

Fase IV: Análisis de confiabilidad y validez de constructo

La confiabilidad del instrumento se estimó mediante dos coeficientes complementarios: Alfa de Cronbach (α) y Omega de McDonald (ω). El Alfa de Cronbach se calculó para cada dimensión y para el instrumento global, considerando aceptables valores $\geq 0,70$ para investigación básica y $\geq 0,80$ para investigación aplicada. El Omega de McDonald se calculó como estimador más robusto, en particular para ítems dicotómicos y distribuciones asimétricas (Malkewitz et al., 2023; Ocan, 2023).

La validez de constructo se examinó mediante Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) con el método de máxima verosimilitud, especificando a priori un modelo de cuatro factores correlacionados que corresponden a las dimensiones teóricas. Los índices de ajuste considerados fueron: índice de Ajuste Comparativo (CFI) $\geq 0,90$, Error Cuadrático Medio de Aproximación (RMSEA) $\leq 0,08$, y Residuo Cuadrático Medio Estandarizado (SRMR) $\leq 0,08$.

El análisis se realizó con el software R 4.3.1, utilizando los paquetes lavaan y semTools. De igual modo, se realizó un análisis de correlaciones entre dimensiones para examinar la estructura interna del constructo. Se compararon las puntuaciones globales y dimensionales entre participantes con distintos niveles de exposición directa a sistemas de energía renovable. El criterio de agrupación fue: Grupo 1 (baja/nula exposición), integrado por participantes sin sistemas fotovoltaicos off-grid instalados en su hogar y sin capacitación formal en energías renovables; y Grupo 2 (alta/directa exposición), integrado por participantes con sistemas fotovoltaicos off-grid instalados y al menos seis meses de uso directo y mantenimiento cotidiano. La comparación se realizó mediante U de Mann-Whitney, calculándose el tamaño del efecto mediante r de Pearson a partir de Z . Se estableció como evidencia de validez discriminante la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con magnitudes del efecto interpretables según criterios convencionales.

RESULTADOS

El proceso de validación por juicio de expertos resultó en un instrumento de 38 ítems distribuidos en cuatro dimensiones. El Coeficiente de Validez de Contenido (CVI) global alcanzó un valor de 0,93 (IC 95%: 0,89-0,96), considerado excelente según los criterios de Swan et al. (2023).

El Coeficiente de Razón de Validez de Contenido (CVR) global fue de 0,89, superando el umbral de 0,75 establecido por Lawshe (1975). La Tabla 2 presenta los índices de validez de contenido por dimensión.



Tabla 2. Índices de validez de contenido por dimensión.

Dimensión	CVI	CVR
I. Conocimientos energéticos	0,92	0,88
II. Actitudes hacia ER	0,94	0,91
III. Prácticas de consumo	0,93	0,89
IV. Justicia energética	0,95	0,90

A nivel de ítems individuales, 38 de las 47 iniciales (80,9%) obtuvieron CVI $\geq 0,80$ y CVR $\geq 0,75$. Los nueve ítems eliminados presentaron problemas de: jerga técnica incomprensible para población con baja escolaridad ($n = 3$), asunciones culturales inadecuadas sobre acceso tecnológico ($n = 3$), redundancia semántica con otros ítems ($n = 2$) y baja pertinencia para contextos off-grid ($n = 1$).

Los comentarios cualitativos de los expertos en justicia energética resultaron valiosos para refinar ítems sobre participación en gobernanza y reconocimiento de inequidades.

Confiabilidad del instrumento

Los coeficientes de consistencia interna obtenidos para el instrumento global y por dimensiones se presentan en la Tabla 3. El Alfa de Cronbach global fue de 0,89 (IC 95%: 0,86-0,92), y el Omega de McDonald global fue de 0,91, ambos superiores a los umbrales recomendados para investigación aplicada (Malkewitz et al., 2023).

Tabla 3. Coeficientes de confiabilidad por dimensión.

Dimensión	N° ítems	α de Cronbach	ω de McDonald	IC 95%
I. Conocimientos energéticos	10	0,76	0,78	0,70-0,83
II. Actitudes hacia ER	10	0,88	0,89	0,85-0,92
III. Prácticas de consumo	9	0,85	0,86	0,81-0,90
IV. Justicia energética	9	0,87	0,88	0,84-0,91
Instrumento global	38	0,89	0,91	0,86-0,92

La dimensión cognitiva presentó los valores más bajos de confiabilidad, coherente con hallazgos previos en la literatura (Dixon-Pineda y Mata-Segreda, 2025). Este resultado se atribuye a la naturaleza heterogénea del conocimiento sobre energía, que depende de fuentes educativas diversas y en contextos variables. Las dimensiones afectiva, conductual y de justicia energética mostraron valores de confiabilidad muy buenos a excelentes, confirmando la coherencia interna de los ítems que las componen.

Validez de constructo

El AFC respaldó la estructura en cuatro dimensiones propuesta del CAE-CRA. Los índices de ajuste del modelo de cuatro factores correlacionados fueron: CFI = 0,94, RMSEA = 0,05 (IC 90%: 0,04-0,06), SRMR = 0,04, $\chi^2/\text{gl} = 2,18$, indicando un ajuste adecuado a los datos según criterios convencionales. La Tabla 4 presenta las cargas factoriales estandarizadas por dimensión.

Tabla 4. Cargas factoriales estandarizadas por dimensión.

Dimensión	Rango de cargas	Carga promedio	Varianza explicada
I. Conocimientos energéticos	0,52-0,78	0,64	41,2%
II. Actitudes hacia ER	0,61-0,84	0,73	53,4%
III. Prácticas de consumo	0,58-0,79	0,69	47,6%
IV. Justicia energética	0,63-0,82	0,74	54,8%

Todas las cargas factoriales fueron significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0,001$) y superaron el umbral de 0,50 recomendado, evidenciando que cada ítem contribuye de manera adecuada a su dimensión correspondiente. La varianza explicada por cada factor osciló entre 41,2% (conocimientos) y 54,8% (justicia energética), valores considerados aceptables para instrumentos de medición en ciencias sociales.

Estructura interdimensional del constructo

Las correlaciones entre las cuatro dimensiones del CAE-CRA se presentan en la Tabla 5. Los coeficientes de correlación de Pearson oscilaron entre 0,52 y 0,68, indicando relaciones moderadas entre dimensiones. Este patrón de correlaciones sugiere que las dimensiones constituyen facetas relacionadas, pero distinguibles del constructo de alfabetización energética, respaldando la estructura de cuatro dimensiones propuesta.

Tabla 5. Matriz de correlaciones entre dimensiones.

Dimensión	I	II	III	IV
I. Conocimientos	1,00			
II. Actitudes	0,58*	1,00		
III. Prácticas	0,52*	0,64*	1,00	
IV. Justicia energética	0,55*	0,68*	0,61*	1,00

Nota. * $p < 0,01$

La dimensión de justicia energética constituye una contribución original más significativa del CAE-CRA. Operacionalizada por primera vez en un instrumento de alfabetización energética, esta dimensión mostró propiedades psicométricas robustas: confiabilidad de 0,87 (Alfa de Cronbach) y 0,88 (Omega de McDonald), cargas factoriales entre 0,63 y 0,82, y la mayor varianza explicada (54,8%) entre las cuatro dimensiones.

Los nueve ítems de esta dimensión se distribuyen en tres componentes teóricos: Reconocimiento de inequidades (ítems 1-3), que evalúa la capacidad de identificar desigualdades estructurales en acceso y control energético, participación en decisiones (ítems 4-6), que mide la disposición a involucrarse en la gobernanza energética comunitaria y soberanía energética (ítems 7-9), que indaga la valoración de la autonomía comunitaria frente a la dependencia de sistemas centralizados. Los ítems con mayores cargas factoriales ($> 0,80$) fueron aquellos relacionados con la participación en comités de mantenimiento y la valoración del conocimiento local para la gestión energética.

La correlación más alta de la dimensión de justicia energética fue con la dimensión de actitudes ($r = 0,68$, $p < 0,01$), sugiriendo que las disposiciones afectivas favorables hacia

las energías renovables se articulan con la conciencia sobre inequidades energéticas. La correlación con la dimensión de prácticas ($r = 0,61$, $p < 0,01$) indica que la justicia energética no es abstracta, sino que se traduce en conductas concretas de participación comunitaria.

El análisis de validez discriminante confirmó la capacidad del CAE-CRA para diferenciar entre niveles de exposición a tecnologías renovables. La prueba U de Mann-Whitney evidenció diferencias estadísticas significativas en las puntuaciones globales entre el grupo de baja exposición ($Md = 2.50$, $RIC = 0.75$) y el grupo de alta exposición ($Md = 3.20$, $RIC = 0.60$); $U = 2185.50$, $Z = -4.72$, $p < 0.001$, $r = 0.35$. Este tamaño del efecto medio indica que el instrumento es sensible para detectar variaciones reales en el constructo.

El análisis de contenido de los 5 grupos focales generó 127 unidades de significación organizadas en cuatro categorías temáticas: comprensión contextual de la energía, economía moral del consumo, conocimiento tácito de gestión y aspiraciones de autonomía. Estos hallazgos cualitativos complementaron y enriquecieron los resultados cuantitativos, evidenciando la validez cultural del instrumento.

En la categoría de comprensión contextual, los participantes expresaron conceptualizaciones de energía que trascienden el marco socio-técnico. Una participante de la comunidad de Hoyo de Padilla señaló: "Nosotros no desperdiciamos luz porque se acabe el sol, sino porque la batería se acaba, y la batería cuesta dinero que está difícil". Esta respuesta evidencia una comprensión situada de la energía como un recurso económico escaso, no solo en su dimensión física, validando la inclusión de ítems sobre conocimientos sobre el ahorro energético para la sostenibilidad.

La categoría de gestión del consumo reveló que las prácticas de consumo energético guardan una profunda articulación con valores comunitarios de reciprocidad y solidaridad. Un participante de la comunidad San Narciso expresó: "Cuando Hilda (vecina) se queda sin carga, yo le presto de mi sistema porque sé que mañana la historia puede ser otra". Este tipo de prácticas, ausentes en instrumentos convencionales, fueron incorporadas de manera explícita en la dimensión de justicia energética.

Los hallazgos sobre conocimiento tácito de gestión validaron la decisión de incluir ítems sobre mantenimiento de sistemas y resolución de problemas cotidianos. Un campesino de la comunidad Los Alazanes describió: "Nosotros sabemos que cuando el inversor pita continuo es que la batería está baja, y cuando pita intermitente a las 10 de la mañana es que hay que consumir porque la batería está llena. Eso no viene en los manuales, lo aprendimos en la práctica". Este conocimiento situado, adquirido mediante un proceso de ensayo y error, en contextos de escasez, constituye una forma legítima de alfabetización energética que los instrumentos tradicionales no recogen.

DISCUSIÓN

El CAE-CRA demuestra la viabilidad de operacionalizar la alfabetización energética con rigor psicométrico sin sacrificar la pertinencia cultural. Como primer cuestionario en incorporar la justicia energética como dimensión medible, supera los enfoques tradicionales cognitivo-afectivo-conductuales al articular el empoderamiento político y la transformación estructural en contextos de vulnerabilidad energética.

La validez de contenido obtenida ($CVI = 0,93$) excede los valores reportados en estudios latinoamericanos comparables (Guerrero Fernández et al., 2022), atribuible a la inclusión de líderes comunitarios en el panel de expertos. Esta estrategia metodológica permitió capturar la validez comunitaria ausente en procesos convencionales, generando tensiones productivas entre criterios psicométricos y culturales que enriquecieron el refinamiento del instrumento.

La estructura de cuatro dimensiones se alinea con los postulados clásicos, pero extiende estos marcos mediante la incorporación sistemática de la justicia energética. Los índices de ajuste del Análisis Factorial Confirmatorio ($CFI = 0,94$; $RMSEA = 0,05$; $SRMR = 0,04$) respaldan de forma empírica que el constructo en contextos rurales aislados integra saberes técnicos, disposiciones afectivas, prácticas contextualizadas y conciencia crítica sobre inequidades estructurales.

La dimensión de justicia energética constituye el núcleo del constructo en estas comunidades, evidenciado por la mayor varianza explicada (54,8%) y sus correlaciones moderadas a altas con las dimensiones restantes. Este hallazgo sugiere que, en contextos de vulnerabilidad estructural, la alfabetización energética opera más como empoderamiento político que como mero acervo cognitivo individual. Esta dimensión opera como justicia cognitiva: reconoce que los conocimientos energéticos rurales no constituyen versiones deficitarias del saber urbano, sino formas situadas de inteligencia práctica que incluyen la capacidad de identificar y actuar ante desigualdades estructurales.

La validez discriminante del CAE-CRA fue confirmada mediante la comparación no paramétrica entre grupos contrastados por nivel de exposición a tecnologías fotovoltaicas off-grid. La prueba U de Mann-Whitney reveló diferencias estadísticas significativas en las puntuaciones globales ($Md = 2,50$ vs. $Md = 3,20$; $U = 2185,50$; $Z = -4,72$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto medio ($r = 0,35$) que demuestra la sensibilidad del instrumento para detectar variaciones reales atribuibles a la experiencia directa con sistemas renovables.

Los hallazgos cualitativos confirman que la alfabetización energética trasciende el dominio individual para configurarse como fenómeno colectivo. La economía moral del consumo, el conocimiento tácito de gestión y las aspiraciones de autonomía comunitaria representan

dimensiones que los instrumentos convencionales no capturan, pero que resultan fundamentales para la transición energética justa (Chodkowska-Miszczuk et al., 2021). Estos resultados validan la necesidad de vincular la educación energética con acciones concretas de participación comunitaria en sistemas descentralizados.

Este estudio presenta limitaciones, ya que muestreo por conveniencia en cinco comunidades cubanas, lo que limita la generalización a otras realidades del Sur Global. La invarianza factorial entre sexos, edades o tipos de sistema energético no fue examinada, lo que constituye una línea prioritaria de investigación futura.

CONCLUSIONES

El presente estudio construyó y validó el Cuestionario de Alfabetización Energética para Comunidades Rurales Aisladas (CAE-CRA), que integra conocimientos técnicos, actitudes hacia las energías renovables, prácticas de consumo sostenible y justicia energética. Los índices de ajuste del modelo confirmatorio y la consistencia interna global evidencian que el instrumento es válido y confiable para su uso en investigación aplicada en contextos de vulnerabilidad energética estructural.

La contribución original más significativa radica en la operacionalización sistemática de la justicia energética como dimensión medible de la alfabetización energética. Con la mayor varianza explicada (54,8 %) y una confiabilidad satisfactoria, esta dimensión demuestra que en comunidades rurales aisladas la alfabetización energética opera como empoderamiento político y reconocimiento de saberes locales, más allá del dominio cognitivo individual.

Desde una perspectiva metodológica, este trabajo sostiene que la validación de instrumentos en el Sur Global debe articular rigor psicométrico con sensibilidad etnográfica. La inclusión de líderes comunitarios en el panel de expertos, los grupos focales post-aplicación y el análisis de validez cultural constituyen procedimientos indispensables para garantizar la comprensibilidad del instrumento en contextos donde las escalas convencionales pueden resultar culturalmente ajenas.

Se reconoce, no obstante, que el muestreo por conveniencia en cinco comunidades cubanas limita la generalización estadística a otras realidades del Sur Global, y la invarianza factorial entre sexos, edades o tipos de sistema energético no fue examinada, constituyendo una línea prioritaria de investigación futura. El CAE-CRA debe entenderse, en consecuencia, como un punto de partida para el diálogo entre investigadores, educadores y comunidades, y no como una verdad definitiva sobre la complejidad cultural de la transición energética justa.



REFERENCIAS

- Ayompe, L. M. & Pham, L. (2026). Beyond technology: why energy democracy is the engine of rural revival. *Frontiers in Sustainable Energy Policy*, 5, 1788325. <https://doi.org/10.3389/fsuep.2026.1788325>
- Bernate, J., Fonseca, I., & Babativa, H. (2023). Revisión sistemática de las estrategias didácticas en la Educación Física para el desarrollo de habilidades motrices. *Ciencia y Deporte*, 8(1), 16-31. <https://dx.doi.org/10.34982/2223.1773.2023.v8.no1.002>
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). One size fits all? What counts as quality practice in (reflexive) thematic analysis? *Qualitative Research in Psychology*, 18(3), 328–352. <https://doi.org/10.1080/14780887.2020.1769238>
- Chodkowska-Miszczuk, J., Kola-Bezka, M., Lewandowska, A., & Martinát, S. (2021). Local communities' energy literacy as a way to rural resilience—an insight from inner peripheries. *Energies*, 14(9), 2575. <https://doi.org/10.3390/en14092575>
- De Sousa Santos, B. (2022). *Poscolonialismo, descolonialidad y epistemologías del Sur*. CLACSO. <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/07/Poscolonialismo-y-decolonialidad.pdf>
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049>
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2013). Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *Journal of Environmental Education*, 44(1), 38–55. <https://doi.org/10.1080/00958964.2012.711378>
- Dixon-Pineda, M., & Mata-Segreda, A. (2025). Construcción de un inventario para estudiar la alfabetización en energía de estudiantes universitarios. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 13(2), 31–51. <https://doi.org/10.37387/ipc.v13i2.412>
- Drake-Tapia, B. (2022). La investigación sobre desarrollo cultural comunitario en Cuba: una mirada a sus aportes y desafíos. *Prospectiva*, (34), 153-176. <https://doi.org/10.25100/prts.v0i34.11565>
- Frías-Navarro, D., & Pascual-Soler, M. (2022). *Apuntes de estimación de la fiabilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida: Documento técnico*. Universidad de Valencia. <https://doi.org/10.17605/osf.io/kngtp>
- Guerrero Fernández, A., Rodríguez Marín, F., Solís Ramírez, E., & García Díaz, J. E. (2022). Validación de un cuestionario sobre Alfabetización Ambiental mediante juicio de expertos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las*

- Ciencias, 19(3), 3101.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3101
- IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Malkewitz, C. P., Schwall, P., Meesters, C., & Hardt, J. (2023). Estimating reliability: A comparison of Cronbach's α , McDonald's ω and the greatest lower bound. *Social Sciences and Humanities Open*, 7(1), 100368. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100368>
- Orcan, F. (2023). Comparison of Cronbach's alpha and McDonald's omega for ordinal data: Are they different? *International Journal of Assessment Tools in Education*, 10(4), 709–722. <https://doi.org/10.21449/ijate.1271693>
- Pérez Gutiérrez, R., Echevarría Gómez, M. del C., Medina Echevarría, A., Barrera Cardoso, E. L., & Núñez Jover, J. (2021). Las fuentes renovables de energía en tres comunidades rurales de Cuba. Límites y oportunidades. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 109-122. <https://n9.cl/x8t24>
- Rojas Apaza, Z., Torres Ramos, G., & Garavito Chang, E. (2022). *Construcción y validación de instrumentos de medición en el ámbito de la salud*. *Revisión de Literatura*, 21(1), e206. <https://op.spo.com.pe/index.php/odontologiapediatrica/article/view/206>
- Santillán, O. S., & Cedano, K. G. (2023). Energy literacy: A systematic review of the scientific literature. *Energies*, 16(21), 7235. <https://doi.org/10.3390/en16217235>
- Sovacool, B. K., & Dworkin, M. H. (2015). Energy justice: Conceptual insights and practical applications. *Applied Energy*, 142, 435–444. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.002>
- Svensson, F. (2024). The (Im)possibility of Education: Theory and Method in Paolo Freire's Pedagogy of the Oppressed and Gayatri Spivak's Righting Wrongs. *Dialogic Pedagogy: A Journal for Studies of Dialogic Education*, 12(1). <https://doi.org/10.5195/dpj.2024.578>
- Swan, K., Speyer, R., Scharitzer, M., Farneti, D., Brown, T., Woisard, V., & Cordier, R. (2023). Measuring what matters in healthcare: a practical guide to psychometric principles and instrument development. *Frontiers in Psychology*, 14, 1225850. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1225850>