

La generación de RPBI en Morelia y el impacto en su desarrollo

Bayte Nares Lara¹

Rubén Chávez Rivera²

Jorge Víctor Alcaráz Vera³

Resumen

En la actualidad la humanidad ha sufrido la experiencia de una pandemia (Covid-19) que dejó millones de muertos. En México, de manera particular, este acontecimiento dejó más de 236 000 defunciones de acuerdo a los datos oficiales del gobierno mexicano. Sin embargo, se presume que el número de fallecidos fue mucho mayor. La experiencia adquirida de temas como la higiene en nuestras vidas se ha vuelto fundamental.

El estudio se realiza para conocer si la generación de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI) en la ciudad de Morelia, Michoacán tiene impacto en el desarrollo local.

Se realiza un análisis de instrumento aplicado a 205 generadores mediante estadística descriptiva y análisis factorial, se calcula la adecuación muestral mediante KMO. Posteriormente se emplea el método de análisis de componentes principales, la regla de Kaiser y el criterio de saturación. Se obtuvo alfa de Cronbach de 0.862 y prueba de Bartlett adecuada. La escala obtenida resultó en tres factores: gestión en el establecimiento a nivel operativo, percepción de la legislación y situaciones hipotéticas relacionadas al bienestar, que en conjunto explican el 64.92% de la varianza.

También se realizó cálculo de Rho de Spearman para encontrar correlaciones, en este aspecto, los hallazgos de importancia refieren a que no influye el tamaño del generador para el cumplimiento de la legislación y que el manejo de RPBI mejora cuando mayores afectaciones al bienestar son percibidas por los generadores.

Conceptos clave: 1. Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, 2. Análisis Factorial, 3. Desarrollo Local

Introducción

El desarrollo local se entiende como un proceso de crear y mejorar las condiciones sociales, económicas y medioambientales de un área geográfica determinada. En este sentido, el manejo de RPBI se vuelve un componente esencial al tener impacto directo en la salud pública y la sustentabilidad ambiental. Por tal motivo, el objetivo de este documento es explorar aspectos variados del manejo de RPBI en la ciudad de Morelia en el contexto del desarrollo local.

¹ Doctora, Posdoctorante en Facultad de Químico Farmacobiología en Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, bayte.nares@umich.mx,

² Doctor, Facultad de Químico Farmacobiología en Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ruben.chavez@umich.mx

³ Doctor, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales en Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, jorge.alcaraz@umich.mx

El documento se inicia brindando una visión general de las definiciones de desarrollo local, sustentable y a partir de ello se introduce la temática de generación de residuos, su importancia e incidencia. De esta manera, se permite presentar el marco contextual y teórico que envuelve a la problemática.

Posteriormente, se presenta la metodología empleada. Enseguida, se procede a realizar el análisis para finalmente presentar las conclusiones y culminar con la discusión de los resultados obtenidos. Los estudios relativos a RPBI con el uso de instrumentos validados con análisis factorial representan una temática casi inexplorada por los generadores y las autoridades en la materia y a su vez, con muy poca producción científica, por tanto, desarrollar estudios de esta naturaleza puede permitir generar información que impacte en la mejora de aspectos relacionados con la gestión y el manejo de los mismos.

Del desarrollo local al desarrollo sustentable y la generación de residuos

Para iniciar conviene comprender la definición de desarrollo local; Buarque (1998) menciona que éste es un proceso endógeno con capacidad de promover el dinamismo económico y la mejora de la calidad de vida de la población y que se registra en pequeñas unidades territoriales y agrupamientos humanos. Dado que, el desarrollo local se encuentra relacionado con un proceso económico, es necesario entonces considerar que ese proceso de desarrollo se debe llevar a cabo en coherencia y concordancia con la sustentabilidad ambiental, esto es, incorporando la evaluación de su impacto en programas y proyectos de desarrollo, así como divulgando la educación ambiental entre empresas, trabajadores y sociedad civil (Alburquerque et al., 2008).

Por su parte, el desarrollo sustentable es un concepto que surge como una crítica al desarrollo económico por los altos niveles de degradación ambiental, mediante movimientos de la sociedad civil y de la academia con el objetivo de cuestionar el modelo de industrialización y los efectos contaminantes en la atmósfera, el agua, el suelo y sus impactos en la integridad de los ecosistemas y la biodiversidad (Gutiérrez, 2007).

Hoy el concepto de desarrollo sustentable constituye una propuesta que integra tres dimensiones: la económica, la social y la ecológica, y representa el resultado de un esfuerzo por construir una visión cada vez más integral sobre los problemas del cómo pensar en el desarrollo, recuperando las aportaciones desde la aparición de la teoría del desarrollo como especialidad de la economía hasta la actualidad, de la concepción holística y multidisciplinaria del desarrollo sustentable (González, 1997; Godard, 2002; Vivien, 2005; Saldívar, 1998; Smouts, 2005 en Gutiérrez, 2007).

En toda esta temática del desarrollo y el desarrollo sustentable, se debe poner atención a la producción de desechos, puesto que, de manera normal, producción y consumo de bienes y servicios generan algún tipo de residuo. Ahora bien, para el caso que se estudia, al encontrarse ligados los RPBI a los servicios de salud, se entiende que su generación es inevitable y lo que resulta relevante es entonces mejorar sus procesos de gestión.

Clasificación de los residuos y sus generadores desde una visión de la legislación en México

Atendiendo a sus características y orígenes, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) clasifica a los residuos en residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) (SEMARNAT, 2016).

Dentro de la subclasificación de RP, en este ensayo se considera a los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI), por los posibles riesgos que representan al manejarse de forma inadecuada. Dentro de estos residuos se clasifica a los que se producen en instalaciones que brindan servicios de atención a la salud y actividades relacionadas.

A su vez, los RPBI tienen una subclasificación en cinco categorías; residuos no anatómicos, cultivos y cepas de microorganismos, objetos punzocortantes, muestras patológicas y sangre según la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, primera vez publicada en 1995 y en adelante NOM-087 (NOM-087, 1995).

La importancia de conocer el tipo de residuo desde el momento en que se origina es porque ello determina elementos posteriores como su clasificación, su manejo y tratamiento. A continuación, se pueden encontrar algunos ejemplos de RPBI según su tipo, esto en conformidad por lo planteado por la NOM-087.

- **Sangre:** se refiere a la sangre en estado líquido y a sus componentes, sus derivados no comerciales, incluyendo a las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (conocidas como hemoderivados).
- **Cultivos y cepas de microorganismos:** su estado físico es sólido y en este apartado se incluye a los cultivos generados en los procesos de diagnóstico e investigación, así como a aquellos que se generan durante la producción y el control de agentes de tipo biológico infecciosos. También, en esta categoría entran todos los utensilios desechables que son empleados para procesos como contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico infecciosos.
- **Patológicos:** también se conocen como residuos patogénicos y básicamente son materiales de descarte. Cuando se presentan en estado físico sólido, se refieren a placentas, partes de tejido humano, partes del cuerpo (siempre y cuando no se encuentren en formol), órganos, cadáveres de animales, vísceras, partes de animales y muestras biológicas para análisis químico. Por su parte, cuando su estado físico es líquido, se incluye a todas las muestras que se utilizan para realizar análisis de laboratorio, pero excluyendo a la orina y al excremento.
- **Residuos no anatómicos:** en estado sólido se incluye a los materiales de curación que se encuentren empapados en sangre o líquidos corporales como sinovial, pericárdico, pleural, céfalo raquídeo o peritoneal. También a los materiales absorbentes que son utilizados en jaulas de animales, a los abatelenguas, los algodones, las bolsas recolectoras o contenedoras de secreciones, sondas, sondas levin, tubos de sangre, tubo latex, etc. Ahora bien, cuando su estado físico es líquido, se refiere a fluidos corporales, líquido amniótico, líquidos de aspiración, líquido cefalorraquídeo, líquidos pleurales, entre otros.
- **Objetos punzocortantes:** son materiales que cortan o penetran en la piel, por ejemplo, las agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, agujas de acupuntura, agujas de sutura, agujas para tatuaje, tubos capilares, navajas, lancetas, bisturís, estiletes de catéter

A los generadores también se les clasifica en tres niveles micro (nivel I), pequeño (nivel II) y gran generador (nivel III) lo que determina algunas obligaciones y pautas de gestión específicas por nivel. Básicamente, si nos referimos a volumen el nivel I corresponde a generadores de menos de 25 kg de RPBI mensuales, el nivel II va de 25 a 100 kg al mes y el nivel III a aquellos que mensualmente producen más de 100k kg.

La importancia de toda la normativa que gira en torno a los RPBI deriva de los riesgos que su misma naturaleza conlleva. El reclamo social para garantizar que estos fueran manejados de manera adecuada motivó a las instituciones de salud, ambientales y a las autoridades a dar certidumbre a la sociedad que no habría riesgos de contraer alguna enfermedad contagiosa o de causar daños ambientales.

Se entiende por riesgo ambiental a la probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las Actividades Altamente Riesgosas (AAR), que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar de forma adversa a la población, los bienes, al ambiente y los ecosistemas. La evaluación de dicho riesgo comprende dos elementos; por un lado, la determinación de los alcances de los accidentes y por otro la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación (SEMARNAT y DGGIMAR, 2009).

Por su parte, el riesgo de adquirir una enfermedad contagiosa trae consigo la interpretación de la salud pública para el tema de los RPBI, misma que en mejores condiciones debería situarse en la dimensión de prevención y no de remediación como sucede actualmente. Hoy las instituciones encargadas de la política de manejo de RP no cuentan con un esquema metodológico para determinar el potencial de afectación y evaluar los riesgos a la salud y el ambiente asociados al problema, de tal forma que los estudios de evaluación de los efectos ambientales en México se enfocan a los problemas generados por mal manejo de RP en casos específicos o por accidentes (SEMARNAP y INE, 1994).

Materiales y métodos

Se realizó un estudio a una muestra de 205 establecimientos generadores de la ciudad de Morelia.

Del cuestionario completo, para fines de este artículo se tomaron en consideración 17 reactivos de escala Likert que se emplearon con cinco alternativas de respuesta, asociando a cada una de ellas un valor con la finalidad de transformar una apreciación cualitativa en una cuantitativa que permitiera realizar mediciones.

Las opciones de respuesta iban de muy fácil a muy difícil. En algunas preguntas también se combinaban respuestas de muy probable, probable, posición neutral a poco probable y muy poco probable. Una respuesta con valor de 1 indicaba poca dificultad o probabilidad y una de valor 5 indicaba mayor dificultad o probabilidad, según correspondiera a la pregunta.

La muestra se calculó partiendo de la información disponible de empresas registradas como generadoras de RP en la ciudad de Morelia, para lo cual se tiene una población total de 2097 establecimientos. En este sentido, para la población total (N=2097), si consideramos un

nivel de confianza del 95% y un margen de error del 6.5% ($e=6.5$), el tamaño de la muestra se determina conforme se indica a continuación:

$$((z^2) \times p(1 - p))/e^2 / (1 + ((z^2) \times p(1 - p))/(e^2 N)) = 205$$

El proceso de análisis de la información se realizó utilizando el Software SPSS Statistics con la versión 27.

De manera previa a realizar el análisis factorial se realizó un análisis de datos ausentes para cerciorarse de que los datos perdidos no superaran el 5% y que el porcentaje de encuestados con datos perdidos fuera aceptable. Así mismo, se revisó la existencia de datos atípicos o valores extremos para evitar distorsiones en los resultados, para lo que se empleó la media. Por su parte, debido a que existen dos características deseables al hacer referencia a cualquier instrumento de medición; por un lado la confiabilidad y por otro la validez, se incluyen los resultados del coeficiente (α) de Cronbach (Quero, 2010).

Enseguida se aplicó la prueba de esfericidad de Bartlett para evaluar que las variables no se encontraran correlacionadas. Para este caso, si los resultados obtenidos resultaran en una alta correlación a un nivel de confiabilidad de $p < 0.05$, se considera que las variables se encuentran lo suficientemente intercorrelacionadas para realizar el análisis factorial. El siguiente paso fue evaluar la matriz mediante el cálculo de la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Kaiser, 1970) que refleja que tan grandes son las correlaciones entre los ítems, tamaño de la muestra y número de factores. Para la interpretación del valor del KMO el criterio que se sigue abarca el rango de 0 a 1, si el valor de $KMO \geq 0.75$ indica que existe una relación satisfactoria entre los ítems, lo que vuelve factible llevar a cabo el análisis factorial. Si $0.75 > KMO \geq 0.5$ el análisis es aceptable y si $KMO < 0.5$ el análisis no es aceptable.

La extracción de factores se realizó con el método de análisis de componentes principales (Lloret-Segura et al., 2014) y se aplicó también el porcentaje de varianza total explicada para decidir el número de factores retenidos. Cabe destacar que dicho porcentaje no se ha determinado de manera precisa, aunque en las Ciencias Sociales se recomienda que continúe la extracción de factores hasta alcanzar un porcentaje satisfactorio de la varianza total explicada. Como umbral para la extracción de los factores se suele establecer un mínimo de 60% (Hair et al., 2010).

En ocasiones en las que se manejan matrices de datos que resultan grandes por el número elevado de variables que contienen, como es el caso, se considera conveniente analizar la información que aporta cada una de ellas a través de métodos de reducción. Esto se logra mediante la conformación de “variables ficticias, no observadas o latentes que sean una combinación lineal de las reales y que sintetizen la mayor parte de la información que se encuentra contenida en la matriz de los datos” (Barbero, Vila y Holgado, 2011). Precisamente para variables cuantitativas, una de esas técnicas de reducción es el análisis factorial, cuyo objetivo principal consiste en “identificar variables subyacentes o factores que expliquen la configuración de las correlaciones dentro de un conjunto de variables observadas” (Pérez, 2004: 195).

Este análisis si bien se utiliza para reducir datos contribuye “también para identificar un pequeño número de factores que expliquen la mayoría de la varianza observada en un número mayor de variables manifestadas” (Pérez, 2004: 195).

Resultados del análisis factorial

Del total de reactivos que integran el instrumento, para el análisis factorial se consideraron 17 y el primer paso fue comprobar el grado de adecuación del conjunto de datos al análisis.

En este sentido, se efectuó el cálculo de la medida KMO o índice de Kaiser, Meyer y Olkin (Kaiser, 1970) de adecuación muestral global al modelo factorial, medición que está basada en los coeficientes de correlación observados de cada par de variables y en sus coeficientes de correlación parcial (Montoya, 2007). En el caso de que exista adecuación de los datos a un modelo de análisis factorial la medida KMO será próxima a la unidad. Valores obtenidos de KMO por debajo de 0,5 no son considerados aceptables, sino que se presentan como inadecuados. Por su parte, los valores próximos a 0,9 son considerados excelentes (Pérez, 2004).

También se utilizó la prueba de esfericidad de Bartlett para comprobar si la matriz de correlaciones es una matriz identidad, es decir, que las correlaciones entre las variables son iguales a cero. Esta prueba consiste en una estimación de ji-cuadrado a partir de una transformación del determinante de la matriz de correlaciones. En la situación de que las variables no se encuentren correlacionadas, esta prueba debe presentar un nivel de significancia superior al límite de 0.05 (Pérez, 2004).

Como se observa, el dato obtenido a partir del análisis para la matriz presenta un valor de 0.896, lo que indica la viabilidad del estudio factorial en excelentes condiciones. Además, en la misma tabla se incluye la prueba de esfericidad de Bartlett que indica que las variables no se encuentran relacionadas y, por lo tanto, no son adecuadas para la detección de estructuras. Como en este caso, los valores menores que 0.05 indican que un análisis factorial es útil con los datos.

Tabla 1. Prueba de Kaiser-Meyer-Olkin y de Bartlett

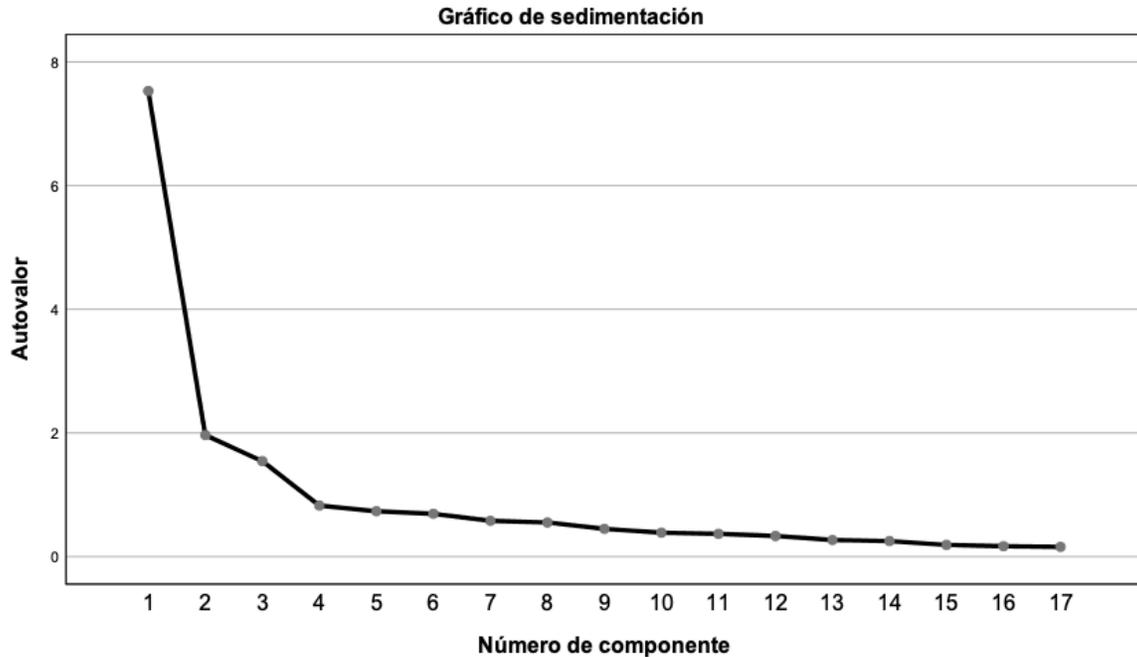
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.896
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	2112.285
	Gl	136
	Sig.	.000

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis

Con respecto a la matriz de correlación anti-imagen, constituida por los negativos de los coeficientes de correlación parcial, se observó la existencia de elementos no diagonales pequeños, lo que hace referencia a una alta adecuación al análisis factorial. Por su parte, la diagonal principal de la matriz, que es la medida de adecuación muestral (MSA), presentó el valor más bajo en 0.825 y el más alto en 0.944 indicando con ello nuevamente la pertinencia del análisis (Frías y Pascual, 2012).

Posteriormente, la selección de los factores principales utilizando el método de componentes principales se puede observar a través de la gráfica de sedimentación que se muestra a continuación.

Gráfica 1. Gráfico de sedimentación



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis

Mediante esta gráfica se seleccionan a los componentes cuyos valores propios son mayores a la unidad. Para este caso que se analiza, se requiere extraer tres componentes que cumplen con el requisito mencionado, lo que significa que éstos resumirán al resto de los componentes, representándolos de manera coherente.

Enseguida, en la tabla de porcentajes de varianza explicada, se incluyen los auto valores de la matriz de varianzas y covarianzas, así como el porcentaje de varianza que representa cada uno de ellos. Los auto valores indican la cantidad de la varianza total que es explicada por cada factor. Los porcentajes de varianza explicada asociados a cada factor se obtienen a partir de la división del auto valor entre la sumatoria de los auto valores. Por defecto, se extraen tantos factores como auto valores mayores a la unidad existan en la matriz analizada. Para este análisis, se obtuvieron 3 componentes mayores a la unidad que explican el 64.929% de la variabilidad total (tabla 2).

La tabla siguiente (tabla 2) ayuda a explicar de manera más detallada la selección de los tres componentes principales. Esto indica que, si se emplean esos tres factores encontrados para resumir las variables originales del problema, se tendría solamente una pérdida del 35.08% de la información.

Aquí es importante destacar que en ciencias sociales es normal considerar como satisfactoria una solución que represente como mínimo el 60% de la varianza total (Hair, 2010).

Tabla 2. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado
1	7.528	44.285	44.285	7.528	44.285	44.285	4.770	28.056	28.056
2	1.966	11.562	55.847	1.966	11.562	55.847	3.265	19.208	47.264
3	1.544	9.082	64.929	1.544	9.082	64.929	3.003	17.665	64.929
4	.826	4.859	69.788						
5	.734	4.318	74.106						
6	.692	4.073	78.179						
7	.580	3.410	81.589						
8	.553	3.250	84.839						
9	.449	2.641	87.480						
10	.388	2.282	89.761						
11	.368	2.167	91.928						
12	.334	1.967	93.895						
13	.269	1.584	95.479						
14	.251	1.478	96.957						
15	.190	1.118	98.075						
16	.169	.994	99.069						
17	.158	.931	100.000						

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis

Enseguida se presenta la matriz de componentes o también conocida como matriz de cargas factoriales, que se integra por los factores (en las columnas) y sus cargas factoriales (en las filas). Las cargas indican el grado de correspondencia que existe entre la variable y el factor, por lo tanto, las cargas altas hacen referencia a que esa variable es representativa para dicho factor. Lo deseable al realizar este proceso es que cada variable presente carga alta solamente sobre un factor y que idealmente se encuentre entre 0.5 y 1 (Pérez, 2004).

Al momento de la extracción de los factores iniciales de la matriz de correlación, existen diversos métodos pero uno de los más utilizados y el que se emplea en este estudio, es nuevamente el de componentes principales. Este proceso busca el factor (principal) que explique la mayor cantidad de la varianza para la matriz de correlación. Los factores no se correlacionan entre ellos, por esta razón se dice que son ortogonales (Montoya, 2007).

Tabla 3. Matriz de componente

	Matriz de componente_a		
	1	2	3
Supervisar el manejo de RPBI	.771		
Conocer momento de desecho de bolsas y botes	.760		
Acceso a contenedores y bolsas	.756		
Separación de RPBI	.741		
Conocimiento de la legislación	.739		

Evitar accidentes con RPBI	.730	
Comprensión de la legislación	.726	
Obligaciones del generador	.705	
Conocer periodos de recolección	.702	
Cumplimiento de la ley	.694	
Obligaciones de la autoridad	.682	
Conocer nivel de generador	.668	
Probabilidad de almacenar más de un mes	.550	
Probabilidad de mezclar con otros residuos	.548	
Probabilidad de entregar a la basura municipal		.544
Probabilidad de acopiar		.485
Probabilidad de entregar sin separar y/o clasificar		.541

*Método de extracción: análisis de componentes principales

a. 3 componentes extraídos

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis

Posterior a las fases anteriores, cuando se dificulta la interpretación de los factores iniciales, se requiere rotar la solución para conseguir mayor simplicidad e interpretabilidad. El criterio de rotación ortogonal utilizado fue Varimax (Kaiser, 1958).

En la matriz de componente rotada, se incluyen las correlaciones entre las saturaciones (variables originales) y cada uno de los factores. Se denomina de esta forma, debido a que el método que se efectúa para la extracción es, precisamente, el de componentes principales.

Tabla 4. Matriz de componente rotada
Matriz de componente rotado_a

	Componente		
	1	2	3
Supervisar el manejo de RPBI	.833		
Separación de RPBI	.828		
Conocer momento de desecho de bolsas y botes	.820		
Evitar accidentes con RPBI	.817		
Acceso a contenedores y bolsas	.705		
Cumplimiento de la ley	.699		
Conocer periodos de recolección	.636		
Obligaciones de la autoridad		.869	
Conocimiento de la legislación		.816	
Comprensión de la legislación		.779	
Obligaciones del generador		.772	
Conocer nivel de generador		.433	
Probabilidad de entregar a la basura municipal			.783
Probabilidad de mezclar con otros residuos			.776
Probabilidad de almacenar más de un mes			.695
Probabilidad de acopiar			.652
Probabilidad de entregar sin separar y/o clasificar			.610

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis

Con base en la matriz anterior, la composición de los factores resultó como sigue; el primer factor incluye siete ítems que se refieren a materiales o envases, separación y manejo de RPBI en el establecimiento, así como el cumplimiento de la ley y el conocimiento de los periodos de recolección. Por su parte, el segundo factor engloba cinco ítems que tratan acerca de obligaciones de la autoridad y del generador, así como de la legislación y del nivel del generador. El tercer factor agrupa a cinco ítems que atienden a la temática de entregar los RPBI a la basura municipal, mezclar con otros residuos, almacenar por encima del periodo establecido, acopiar o entregar sin separar y/o clasificar.

Para realizar una aproximación a la denominación de los factores encontrados, se señala que “esto es algo subjetivo y requiere de una combinación de intuición y conocimiento de las variables” (McDaniel et al., 1999 en Montoya, 2007: 283). Al respecto entonces se observa la agrupación de las variables en tres factores; el primero que hace referencia a la gestión en el establecimiento a nivel operativo, el segundo relativo a aspectos de percepción en relación principalmente a la legislación y el tercero a situaciones hipotéticas relacionadas con el bienestar.

Posteriormente, se realizó un análisis de correlación de Spearman en consideración de los ítems de la encuesta que mejor respondían a cada una de las variables planteadas, los hallazgos más relevantes de este cálculo se describen a continuación:

Hablando del perfil del generador se tiene que no existe correlación entre el nivel de los generadores y aspectos relacionados con el cumplimiento de la legislación. Esto indica que no importa si el generador es micro, pequeño o gran generador de RPBI para que cumpla o no los aspectos en relación con la legislación de RPBI. Además, es importante destacar que el conocimiento de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 guarda una correlación positiva con otros aspectos, por ejemplo el contar con empresa autorizada de recolección (0.251), conocer otras legislaciones (0.505), haber recibido capacitación (0.371) o seguir un protocolo de manejo o gestión (0.180). En este sentido, si cuenta también con una empresa autorizada para recolectar sus residuos, es porque conoce la legislación, la NOM y se capacita de manera constante.

Enseguida, se contrasta el manejo con los aspectos que constituyen el perfil del generador en las dimensiones socioeconómicas. Al respecto se encuentra que el grado de estudios (Rho de Spearman 0.247) y el gasto en manejo de RPBI (Rho de Spearman 0.208) presentan una correlación positiva (véase tabla 6).

Finalmente, se encuentra que el manejo o gestión de RPBI tiene una correlación positiva con la percepción de bienestar (Rho de Spearman 0.346 baja), por lo tanto el manejo mejora en cuanto mayores afectaciones al bienestar se perciben.

Tabla 5. Rho de Spearman cumplimiento de la legislación (extracto)

		Nivel	Cuenta con empresa autorizada	Conoce la legislación	Conoce NOM	Capacitación	Protocolo	
Rho de Spearman	Nivel	Coeficiente de correlación	1.000	.138*	-.007	.048	.152*	.077
		Sig. (bilateral)	.	.049	.925	.493	.030	.274
		N	205	205	205	205	205	205
	Cuenta con empresa autorizada	Coeficiente de correlación	.138*	1.000	.252**	.251**	.246**	.511**
		Sig. (bilateral)	.049	.	.000	.000	.000	.000
		N	205	205	205	205	205	205
	Conoce la legislación	Coeficiente de correlación	-.007	.252**	1.000	.505**	.373**	.173*
		Sig. (bilateral)	.925	.000	.	.000	.000	.013
		N	205	205	205	205	205	205
	Conoce la NOM	Coeficiente de correlación	.048	.251**	.505**	1.000	.371**	.180**
		Sig. (bilateral)	.493	.000	.000	.	.000	.010
		N	205	205	205	205	205	205
	Capacitación	Coeficiente de correlación	.152*	.246**	.373**	.371**	1.000	.196**
		Sig. (bilateral)	.030	.000	.000	.000	.	.005
	N	205	205	205	205	205	205	
Protocolo	Coeficiente de correlación	.077	.511**	.173*	.180**	.196**	1.000	
	Sig. (bilateral)	.274	.000	.013	.010	.005	.	
	N	205	205	205	205	205	205	

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta

Tabla 6. Rho de Spearman perfil del generador (extracto)

			Manejo	Estudios	Ocupación	Tiempo Operación	Gasto RPBI
Rho de Spearman	Manejo	Coefficiente correlación	1.000	.247**	.136	.038	.208**
		Sig. (bilateral)	.	.000	.052	.584	.003
		N	205	205	205	205	205
Estudios	Estudios	Coefficiente correlación	-.247**	1.000	-.128	.223**	.159*
		Sig. (bilateral)	.000	.	.066	.001	.023
		N	205	205	205	205	205
Ocupación	Ocupación	Coefficiente correlación	-.136	-.128	1.000	-.227**	.272**
		Sig. (bilateral)	.052	.066	.	.001	.000
		N	205	205	205	205	205
Tiempo operación	Tiempo operación	Coefficiente correlación	-.038	.223**	-.227**	1.000	.226**
		Sig. (bilateral)	.584	.001	.001	.	.001
		N	205	205	205	205	205
Gasto RPBI	Gasto RPBI	Coefficiente correlación	-.208**	.159*	.272**	.226**	1.000
		Sig. (bilateral)	.003	.023	.000	.001	.
		N	205	205	205	205	205

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta

Tabla 7. Rho de Spearman bienestar

			Manejo	RSU	Bienestar
Rho de Spearman	Manejo	Coefficiente de correlación	1.000	-.341	.346
		Sig. (bilateral)	.	.000	.000
		N	205	205	205
RSU	RSU	Coefficiente de correlación	-.341	1.000	-.101
		Sig. (bilateral)	.000	.	.149
		N	205	205	205
Bienestar	Bienestar	Coefficiente de correlación	.346	-.101	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.149	.
		N	205	205	205

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta

Discusión y conclusiones

Los estudios que abordan la temática de residuos peligrosos empleando la técnica de análisis factorial son pocos, como se ha mencionado en la introducción. Aunque es una realidad que los procesos para gestionar residuos han forjado varias propuestas con la intención de mejoramiento, sin embargo, en su mayoría están enfocadas a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) o a los Residuos de Manejo Especial (RME). En este sentido, no existen grandes avances en Residuos Peligrosos (RP) y mucho menos en Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI). Las investigaciones que abordan la problemática del manejo de residuos no presentan precedentes relevantes que hagan evaluaciones respecto a si el manejo de RPBI se realiza bajo parámetros de eficiencia aceptable en esferas de salud, ambiental, económica o social (Ávalos, 2017).

En cuanto al tipo de análisis, el documento que podría ser más semejante es el de Canelo (2019) en el que se estudia la temática de factores relativos a la calidad en el servicio de limpieza municipal que se encuentran asociados al riesgo de recolección de residuos peligrosos y en el que se emplea la técnica de análisis factorial.

El presente artículo se diferencia porque estudia el comportamiento que tienen los generadores con los RPBI, la legislación existente y cómo se aplica la misma, así como el control que ejercen las instituciones para garantizar el cuidado de la salud y el ambiente y la percepción de los RPBI en relación con el tema de bienestar.

Así, como se presenta a lo largo del documento, los resultados del análisis factorial permiten denotar que el manejo de los RPBI en la ciudad de Morelia, Michoacán impacta en el desarrollo local en relación con la ley, el perfil del generador y el bienestar. Además se destaca la importancia de mejorar la capacitación en el tema con la finalidad de mejorar el manejo, sin importar el nivel al que pertenezca el establecimiento generador.

Referencias

- Alburquerque, F., Dini, M. y Pérez, R.** (2008) *Guía de aprendizaje sobre Integración productiva y Desarrollo Económico Territorial*.
- Ávalos, M.L.** (2017) *Valoración económica del manejo de residuos peligrosos y su impacto en el desarrollo sustentable de la región Cuitzeo, Michoacán en 2015*. Tesis de Doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Barbero, M.I., Vila, E. y Holgado, F.P.** (2011) *Introducción básica al análisis factorial*. Editorial UNED.
- Buarque, S.** (1998) *Metodología de planeamiento do desenvolvimento local e municipal sustentavel*. IICA.
- Canelo, C.A.** (2019) «Factores críticos de la calidad del servicio de limpieza municipal asociados al riesgo de recolección de residuos peligrosos», *Revista de investigación en agroproducción sustentable* [Preprint]. Disponible en: <https://doi.org/10.25127/aps.20191.477>.

- Frías, M.D. y Pascual, M.** (2012) *Prácticas del Análisis Factorial Exploratorio (AFE) en la investigación sobre conducta del consumidor y marketing*. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4112682>.
- Gutiérrez, E.** (2007) «De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario», *Trayectorias: revista de ciencias sociales de la Universidad Nacional de Nuevo León*, (25), pp. 45-60. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/607/60715120006.pdf>.
- Hair, J. F. Jr., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E.** (2010). *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*, Pearson eBooks. Disponible en: <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BB03463866>.
- Kaiser, H.F.** (1958) «The Varimax Criterion for analytic rotation in factor analysis», *Psychometrika*, 23(3), pp. 187-200. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/bf02289233>.
- Kaiser, H.F.** (1970) «A second generation little jiffy», *Psychometrika*, 35(4), pp. 401-415. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/bf02291817>.
- Leyes NOM-087.** (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995. Que establece los criterios para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica. *Diario Oficial de la Federación* 7 de noviembre, 1995.
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A. y Tomás, I.** (2014) «El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada», *Anales De Psicología*, 30(3). Disponible en: <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>.
- Montoya, O.** (2007) «Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados. Caso de estudio», *Scientia et Technica*, 1(35), pp. 281-286. Disponible en: <https://doi.org/10.22517/23447214.5443>.
- Pérez, C.** (2004) *Técnicas de análisis multivariante de datos aplicaciones con SPSS 1/E*. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=326738>.
- Quero, M.** (2010) «Confiability and coefficient Alpha of Cronbach», *Telos*, 12(2), pp. 248-252. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3335380.pdf>.
- SEMARNAT.** (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. Edición 2015. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT-DGGIMAR** (2009). Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2009/compendio_2009/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServlet90e3.html#:~:text=El%20riesgo%20ambiental%20se%20define,bienes%2C%20al%20ambiente%20y%20los.
- SEMARNAP y INE** (1994) *Bases para una política nacional de residuos peligrosos*. Ediciones Mundi-Prensa.