

El enfoque sistémico
Una propuesta de trabajo para la enseñanza primaria

Bárbara Peisajovich

Dentro del pensamiento formal y científico, el enfoque analítico implica pensar en las distintas partes que conforman un evento o un fenómeno y las relaciones que éstas establecen entre sí. Pero existe también otra forma científica de estudiar los fenómenos: el enfoque sistémico. A diferencia del analítico, que desagrega las partes del objeto de estudio, este enfoque contempla la totalidad de los componentes de un sistema, centrándose fundamentalmente en las entradas y salidas de materia, en los flujos de energía y en las interrelaciones entre sus componentes.

Atender a esta cuestión de enfoques no es un tema menor para los docentes de ciencias, puesto que hoy más que nunca el quehacer científico es más una mirada sobre el mundo que una colección de saberes que tienden al infinito. Enseñar ciencias implica, sobre todo, enseñar sus métodos y sus paradigmas más fuertes y, sin duda, el enfoque sistémico es uno de ellos.

El siguiente trabajo tiene por objeto repasar algunas cuestiones generales acerca de los sistemas y el enfoque sistémico aplicado a la enseñanza. Finalmente, realizaré una propuesta para trabajar la idea de sistema en 5º y 6º de primaria.

El enfoque ecológico

Sin duda, uno de los recortes en los que más se trabaja la idea de sistema es el referido al estudio de los ecosistemas. Desde hace varios años la escuela tomó el concepto de ecosistema y lo trabaja en diversos niveles de enseñanza con diferentes alcances.

Curiosamente, no siempre se aborda el concepto de ecosistema con un enfoque sistémico sino más bien analítico. En este sentido, frecuentemente los libros de texto y los docentes trabajan los ecosistemas como una imagen estática, más próxima a la idea de paisaje que a un recorte metodológico, o centran su explicación en la clasificación de los archiconocidos factores bióticos y abióticos. Y ésta es quizá la idea más fuerte que prevalece en el sentido común de los alumnos a la hora de identificar un ecosistema: un ecosistema es tal porque "tiene factores bióticos y abióticos". Nada más lejos del concepto de sistema que originalmente se pretendía enseñar.

En realidad, deberíamos analizar primero a qué nos referimos cuando nombramos el concepto de sistema.

¿Qué es un sistema?

Una de las definiciones más comunes establece que un sistema es "un conjunto de elementos en interacción" de manera tal que un ser vivo, una célula, incluso una ciudad o el motor de un automóvil pueden pensarse como sistemas. Una definición como ésta es demasiado general, sobre todo cuando trabajamos con sistemas complejos como, sin duda, lo son los ecosistemas. Por eso quizá resulte operativo establecer las características y propiedades comunes de todos los sistemas.

Componentes de los sistemas

Dos aspectos fundamentales para definir los sistemas son las características de las partes que los forman y la manera o las relaciones que establecen entre sí. Es decir, la estructura y la función.

El aspecto estructural se refiere a la disposición espacial de los componentes de un sistema, y el funcional, a la manera en la que se integran dichos componentes y que se refleja en fenómenos dependientes del tiempo tales como los cambios, flujos e intercambios energéticos.

Estructura

Los principales rasgos estructurales que definen a los sistemas son los *límites*, los *depósitos* y las *redes de comunicación*.

. *Límites*: todo sistema resulta de un recorte de la realidad elegido y deliberadamente delimitado por un investigador en función del problema que se pretende analizar. En este sentido, los sistemas no existen como tales, sino en la mente de quienes deciden estudiar una parcela de la realidad desde un enfoque sistémico. De este modo, por ejemplo, es posible estudiar a una célula como sistema, o al tejido en el cual se encuentra esa célula, o al órgano del cual forma parte ese tejido, y así se podría seguir desplazando varias veces los límites. No obstante, esto no significa que cualquier conjunto de elementos pueda ser objeto de estudio desde el punto de vista sistémico, no sólo porque para ser considerado como un sistema deben establecerse entre ellos cierto tipo de interacciones, interdependencias e intercambios de energía, materiales e información, sino también porque debe tener sentido, a la luz de determinados propósitos, que sea estudiado con un enfoque sistémico. Un mismo objeto, como por ejemplo una pecera, puede considerarse como un adorno -en cuyo caso estaremos apelando a la belleza del paisaje acuático que en ella se representa- o bien como un sistema donde se pueden analizar las entradas y salidas de materia así como las relaciones entre sus componentes y los flujos de energía.

. *Depósitos*: son aquellos componentes en los cuales se almacenan materiales, energía o información. Algunos ejemplos biológicos pueden ser las grasas del organismo o los orgánulos de almidón de las células vegetales.

. *Redes de comunicación*: son los elementos que permiten el intercambio de materia, energía o información entre los elementos del sistema y entre los diferentes depósitos. En el caso de que se esté estudiando un organismo animal como un sistema, los vasos sanguíneos o los haces vasculares de las plantas pueden considerarse ejemplos de redes de comunicación.

Función

Tal como se afirmó, dentro de un sistema las interrelaciones son importantes porque permiten analizar la dinámica de los elementos que lo conforman y se refieren a las interrelaciones entre los componentes.

. *Flujos*: se refiere a los procesos o fenómenos dependientes del tiempo, tales como las transferencias e intercambios de energía, y se expresan en cantidades por unidad de tiempo. Los flujos hacen subir o bajar el nivel de los depósitos y circulan entre las redes de comunicación. Por ejemplo, la cantidad de sangre que fluye en cada pulsación del corazón de un mamífero y que se expresa en volumen por unidad de tiempo.

. *Válvulas*: regulan la velocidad de transferencia y pueden visualizarse como un centro de decisiones que recibe información y la transforma en acciones. Por ejemplo, la concentración de una hormona en sangre si el sistema de estudio es un animal.

. *Bucles de retroalimentación negativa o positiva (feedback)*: integran los efectos de los depósitos, de las válvulas y de los flujos; mediante su estudio es posible reconocer la regulación y la estabilidad de un sistema. Tal es el caso de una población de conejos de una pradera que agota las hierbas o recursos de los que se alimenta, limitando así el crecimiento de su población. Debido a que los recursos son limitados, entonces también se reduce la población de conejos por debajo de la capacidad de carga. Consecuentemente, se recupera también la población de hierbas y el tamaño de la población de conejos vuelve a incrementarse, alcanzando un equilibrio dinámico.

Acerca de la complejidad

Cabe destacar que no todos los sistemas son semejantes, sino que difieren en su complejidad. Sin embargo, no todas las agrupaciones de varios elementos constituyen un sistema complejo y en este sentido se afirma que un sistema es complejo si:

- . está constituido por una gran variedad de componentes que participan de las interacciones en estudio;
- . esos componentes están organizados en niveles jerárquicos internos,
- . y si hay múltiples interacciones entre los componentes del sistema.

Intercambios con el entorno

Según los límites establecidos, entre un sistema en estudio y su entorno puede haber intercambios de materia, de energía y de información. Así, los sistemas pueden clasificarse en *abiertos*, *cerrados* y *aislados*.

Un sistema es *abierto* cuando, a través de sus límites, se produce una constante interacción entre éste y su entorno, modificándose uno al otro continuamente. Por ejemplo, un ecosistema o un organismo. Por lo tanto, en todo sistema abierto hay entradas y salidas de materia, energía e información. Las entradas (*inputs*) resultan de la interacción del medio con el sistema. Las salidas (*outputs*), en cambio, dependen de la acción del sistema sobre el entorno.

Si estos límites del sistema no permiten el flujo de materiales ni de energía ni de información desde y hacia el medio, nos encontramos ante un *sistema aislado*. En estos sistemas, todo cambio que ocurre en el interior del mismo no modifica ni altera su alrededor. Estos sistemas no existen en la práctica sino que son modelos para pensar determinadas condiciones ideales ya que no es posible delimitar un sistema cuyas fronteras impidan todo intercambio de energía. Es por eso que algunos especialistas diferencian al sistema aislado del sistema cerrado. Ellos definen como *sistema cerrado* aquel que únicamente intercambia energía con el medio modificando su entorno sólo en relación a la energía misma. Por ejemplo, una olla con agua hirviendo no intercambia materia con el entorno pero sí calor, que es una forma de energía.

El mercado como sistema

La siguiente es una propuesta para trabajar algunas cuestiones generales referidas al concepto de sistemas; se trabajó en un grupo de quinto grado de primaria. En ella, los alumnos aplicaron algunos conceptos del enfoque sistémico para interpretar la dinámica de un espacio público: el mercado de la colonia.

Previamente, en el área de ciencias naturales habían estudiado desde un enfoque sistémico las características de una pecera como *sistema artificial*. Además de reconocer las *entradas* y las *salidas* de *materia* y de *energía*, identificaron algunas relaciones entre sus componentes. Esto para que practicasen el uso de la terminología más general referida a los sistemas.

Planteando el problema

Antes de anunciarles a los alumnos que trabajaríamos sobre el mercado, formulamos ciertas

preguntas: ¿cómo se abastecen los vecinos de la colonia? y ¿qué características presenta ese lugar?

Nombraron diversos lugares como carnicerías, verdulerías, puestos informales y tiendas de abarrotes, pero coincidieron en que la mayor parte de las compras se realizaba en el mercado que abastece a la zona desde hace más de un siglo: un antiguo mercado de abasto (en este caso la experiencia se realizó en un barrio de Buenos Aires, pero es aplicable a otras ciudades).

Delimitando el sistema

Como ya se dijo, los sistemas no existen como tales sino que resultan del recorte que se pretende realizar y éste, a su vez, del problema que se pretende investigar. Por ello, una vez establecido el lugar se les propone abordar el estudio del mercado como un sistema. Para ello retomamos los conceptos de los *componentes* y sus aspectos, tanto los *estructurales: límites, depósitos y redes de comunicación*, como los *funcionales*, de los que sólo consideraron *flujos y válvulas*.

Acerca de los aspectos estructurales

Límites: para delimitar la unidad de estudio pensamos en las preguntas que nos formulamos y en la dificultad de investigar todos los mercados en los cuales se abastecen los vecinos. Por ello, se tomó la decisión de centrarnos en el mercado más grande y antiguo de la zona.

Componentes: los alumnos visitaron el mercado con la idea de relevar sus componentes. Para ello, contaban con una guía orientadora en la que se agrupaba cada componente en: *personas, instrumentos de trabajo y mercaderías*.

Posteriormente clasificaron los elementos utilizando diversos criterios. La siguiente tabla muestra los criterios que utilizaron los alumnos para clasificar los componentes dentro del mercado.

<i>Las personas</i>	<i>Los instrumentos de trabajo</i>	<i>Las mercaderías</i>
Dueños de los puestos de trabajo; empleados de los puesteros; personal de la municipalidad que trabaja en el establecimiento.	Características de los instrumentos de trabajo; materiales con los que están elaborados; relación diseño-uso.	Alimentos y no alimentos. Origen y tipo de los alimentos. Alimentos naturales y elaborados.

Depósitos: realizaron consultas para averiguar dónde se almacenan las mercaderías antes de exponerlas al público; dónde se guarda la información acerca de lo que se vende en cada puesto; los documentos y las oficinas desde donde se administra y coordina el funcionamiento de todo el establecimiento.

Redes de comunicación: averiguaron cómo circula la *información* dentro del mercado. Por ejemplo, las disposiciones acerca de las condiciones de higiene de los puestos; la demanda de mercadería a los diferentes centros de provisión; la comunicación entre los puesteros e incluso entre los clientes que cuentan con una pizarra en la que se ofrecen servicios de fontanería o electricidad.

Acerca de los aspectos funcionales

Flujos: divididos en grupos, los alumnos consultaron cuántos cajones de verduras y frutas se venden

por día y por semana, y averiguaron cómo varían estas cantidades según sea la altura del mes o la proximidad con las fechas como las fiestas de Navidad y de Año Nuevo.

Válvulas: dado que este concepto fue trabajado como los mecanismos que aumentan o disminuyen los flujos, los alumnos realizaron predicciones acerca de los posibles mecanismos de regulación del volumen de productos que ingresan al mercado. Algunas de ellas estuvieron relacionadas con los precios de los productos según las estaciones del año y su incidencia en el volumen de ventas. También relacionaron la salida de algunos productos según algunas fechas religiosas como la Cuaresma de la Semana Santa, en la que aumenta sensiblemente la venta de pescados.

Finalmente, se realizó una puesta en común que resumía la información reunida hasta el momento donde dieron cuenta de que es posible estudiar un espacio como el mercado concibiéndolo como un sistema.

A modo de conclusión

El estudio de los sistemas como concepto es un contenido complejo, ya que implica la organización de los fenómenos en una nueva trama de sentidos. El enfoque sistémico en la enseñanza de las ciencias propone reorientar la mirada hacia los aspectos dinámicos de un conjunto de eventos y no de uno en particular, contemplando la totalidad de un fenómeno. Pero además, al recortar el sistema que se pretende estudiar con base en el problema que se plantea el investigador, el enfoque sistémico habilita una reflexión acerca de los métodos.

La escuela primaria ofrece contenidos curriculares que se prestan para la organización basados en el enfoque sistémico, por lo que es posible incluir esta perspectiva en el desarrollo de algunas unidades de trabajo.

Por ejemplo, pensar el mercado como un sistema implica que se debe atender a las *entradas* y *salidas* de materia y a los *flujos* de la energía, así como también a las relaciones que algunos de estos elementos establecen entre sí.

Finalmente, cabe destacar que al desarrollar un análisis de estas características no sólo estamos promoviendo la adquisición de conceptos y estrategias de estudio basadas en un enfoque sistémico, sino que también promovemos el desarrollo de un tipo de pensamiento abstracto que modeliza y representa al mundo en tramas complejas.

Bibliografía

ROSNAY, Joel, *El macroscopio, hacia una visión global*, Editorial AC, Madrid, 1993 (ver capítulo 2, "La revolución sistémica: una nueva cultura").

