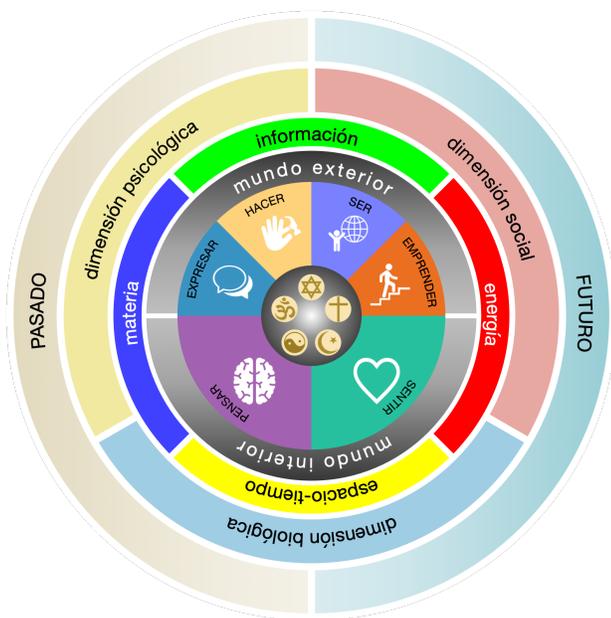


## Ciencia, técnica y tecnología.

Comencemos por hablar del presente. El término «presente» se usa para referir asuntos que tienen lugar en el momento del habla o la acción que ocurre en tal momento. El presente contrasta con el pasado y el futuro. Desde la perspectiva de la neurociencia, el presente tiene una duración entre tres y quince segundos, pero el acercamiento desde la física moderna, que representa al «presente» como un hiperplano espacio-temporal, aún no ha sido capaz de explicar el aspecto de la percepción del «presente» como eliminador de posibilidades de que el «futuro» se convierta en «pasado». En el sentido temporal, toda experiencia siempre está ocurriendo en el «presente» y la llamamos «realidad».

De manera similar, en el sentido espacial la «realidad» es la fusión de un mundo exterior y un mundo interior. El mundo exterior es todo aquello ajeno a nuestro cuerpo y lo percibimos a través de los sentidos. El mundo interior es nuestro «yo» que anticipa el futuro y recuerda el pasado, reside en nuestra mente y se manifiesta a través de sentir y pensar (sistema afectivo y sistema cognitivo).



Al principio de la historia de la humanidad, el universo nos invitó a observarlo y los hombres vieron fenómenos como el movimiento de los astros, los solsticios de verano e invierno y las fases de la luna, y reaccionaron al asombro y la curiosidad con la construcción de observatorios desde el periodo neolítico y luego en las civilizaciones egipcia, babilónica, china y maya, entre otras. Entre los observatorios más antiguos está el Círculo de Goseck que es una estructura neolítica situada en Alemania y que data del 4900 a. C.

Así mismo, los grandes misterios que encerraban las observaciones de los astros se materializaron en una nueva invitación del universo, ahora para conocerlo. Por consiguiente, aparecieron relatos míticos sobre la creación del universo y una búsqueda por encontrar un sentido a la existencia, a quiénes somos y a lo que ocurre a nuestro alrededor, sobre todo cuando el hombre se enfrentó al misterio que envuelve el movimiento regular de las estrellas y el movimiento errático de los planetas. La emoción (interés expectante con el que se participa en algo que está ocurriendo) y la cognición (acción de averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas) estaban presentes en la frontera entre el mundo interior (el yo observador) y el mundo exterior (los fenómenos del universo).

Así, las primeras formas de pensamiento ofrecían explicaciones basadas en las opiniones expresadas con el ánimo de comprender instantáneamente sin necesidad de razonamiento. En este sentido, el

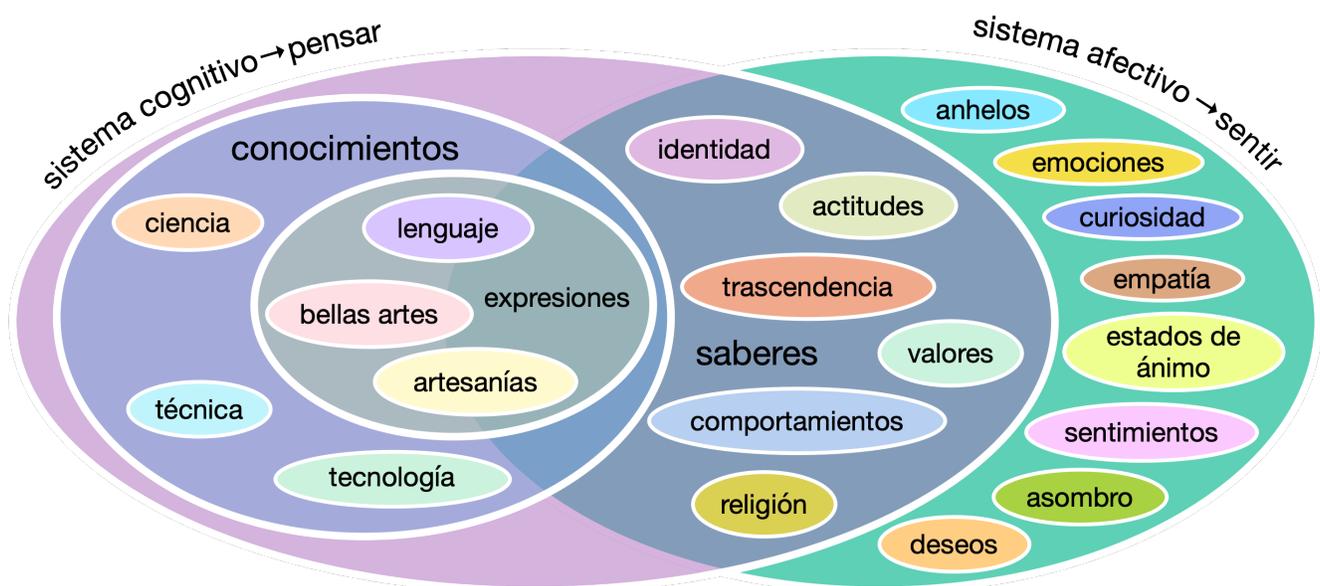


pensamiento religioso ofrecía frecuentemente explicaciones basadas en creencias y en algunas ocasiones, vinculadas a códigos éticos y de conducta o con referencia a elementos sobrenaturales.

Pero con lentitud, los hombres irían incorporando elementos de la cultura propia, justificaciones y consecuencias que finalmente llegarían a utilizar una forma de pensamiento sensato que permitía establecer relaciones de unas cosas con otras. A esta forma de pensamiento la llamamos pensamiento lógico. Y con el pensamiento lógico, el universo nos hace una nueva invitación, ahora para comprenderlo. Así surgiría la filosofía natural para estudiar el mundo físico, es decir el mundo natural o naturaleza.

Por otra parte, Nazareth Castellanos nos explica que desde la perspectiva de la neurociencia, un tema muy novedoso es la interacción entre el cerebro (pensar) y el corazón (sentir). No obstante, la mayoría de las culturas antiguas eran cardiocentristas. Por ejemplo, la palabra «recordar» viene del latín «recordari», formado de re (nuevo) y cordis (corazón) y significa volver a pasar por el corazón. Históricamente, el corazón era muy importante a nivel mental. Otro ejemplo: la palabra «coraje» deriva de «cor» y significa echar el corazón por delante, tener el corazón exaltado y el ánimo de ir contra algo con ira. Pero, con el desarrollo de una cultura más científica, que comenzó a partir de las ideas de René Descartes (1596–1650), se pensó que el cuerpo humano es una máquina y el corazón se consideró una bomba para hacer fluir la sangre por todo el cuerpo para limpiarlo. La sede de la mente (pensamientos y emociones) se situó en el cerebro y a partir de ahí surge la neurociencia. Ahora bien, desde el descubrimiento de que la variabilidad cardiaca (adelantos o retrasos en el pulso cardiaco) cambia sutilmente con las emociones y los pensamientos, recientemente llevó a encontrar una relación de coherencia entre cerebro y corazón a través del nervio vago.

Conviene subrayar que desde la década de 1980 se ha escrito mucho sobre la relación de las emociones con la cognición. Algunos autores argumentan que la evaluación afectiva es independiente de los procesos cognitivos, pero otros consideran que algún tipo de procesamiento cognitivo es un prerequisite que subyace en los estados emocionales.



Con todo, un enfoque que puede conciliar este debate establece que la emoción se produce en un «sistema afectivo» que es esencialmente analógico y la cognición se genera en un «sistema cognitivo» que tiene tres subsistemas: uno proposicional que contiene información sobre el mundo y sobre el yo, otro esquemático que combina el contenido proposicional con la información que adquiere el sujeto y otro más, el asociativo, que procesa repetidamente el mismo hecho y forma una representación asociativa que producirá la misma emoción en el futuro.

No obstante, los dos sistemas: cognitivo y afectivo, no son independientes, existe una interdependencia y se ha visto, que de hecho, el corazón puede silenciar al cerebro.

En lo que sigue, consideremos la definición dada por Mario Bunge (1919–2020) para quien la ciencia es un estilo de pensamiento y de acción. Y como ante toda creación humana, tenemos que distinguir en la ciencia entre el trabajo científico, producto de la investigación y su resultado final, el conocimiento.

Por «investigación» entendemos hoy algo mucho más general y al mismo tiempo mucho más detallado de lo que significa el término clásico «filosofía natural», o lo que implica el estudio de las humanidades y las artes. Hablamos de la investigación de las leyes fundamentales de la naturaleza, pero también oímos de la necesidad de más investigaciones sobre el empleo adecuado de los utensilios del hogar, o sobre cómo deberíamos comer, vestirnos y comportarnos en este mundo. Existe también la investigación sobre cosas menos materiales como los problemas sociales y políticos, e inclusive existe investigación acerca de la investigación. Así pues, en la actualidad, cualquier búsqueda sistemática de conocimientos recibe el nombre de investigación.

El propósito de la investigación es contestar preguntas, resolver problemas y desarrollar los procedimientos más efectivos para ello.

En efecto, históricamente la ciencia se ha caracterizado por usar una metodología llamada «método científico» y por la incorporación de una serie de técnicas que sirven, en primer lugar para incrementar nuestro conocimiento (objetivo intrínseco) y en segundo lugar y en sentido derivativo, para aumentar nuestro bienestar y nuestro poder (objetivos extrínsecos o utilitarios). Si se persigue un fin puramente cognitivo se tiene ciencia pura o fundamental. La ciencia aplicada utiliza el mismo método general de la ciencia pura y varios métodos especiales de ella, pero los aplica a fines que son en última instancia, prácticos.

El método científico es la estrategia que se usa en la investigación científica y es independiente del tema de estudio. El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada. Donde no hay método científico no hay ciencia. El método científico y la finalidad a la cual se aplica constituyen la diferencia entre lo que es ciencia y lo que no lo es.

Las tareas del investigador son: tomar conocimiento de problemas que otros pueden haber pasado por alto; insertarlos en un cuerpo de conocimientos e intentar resolverlos con el mayor rigor y primariamente para enriquecer nuestro conocimiento.

El punto de partida de la actividad científica es la selección de un problema que debe estar bien



planteado y debe ser fecundo y no un mero pasatiempo. Una vez planteado el problema, se busca su solución. Los problemas científicos se resuelven dirigiendo preguntas al mundo, esto es, organizando experiencias científicas: observaciones, mediciones y experimentos; y haciendo conjeturas. Pero las experiencias científicas no tienen lugar en el vacío, se proyectan con ideas determinadas y originadas con los conocimientos disponibles. Las conjeturas iniciales se llaman «hipótesis» y se refieren a hechos que no han sido objeto de experiencia o que no se subordinan a la misma y pueden ser corregidas a la vista de nuevos conocimientos. No debe identificarse la noción de hipótesis con la noción de ficción, ni contraponerla con la de hecho. Las hipótesis son conjeturas formuladas para dar razón de hechos, sean éstos ya conocidos por experiencia o no lo sean. Una hipótesis confirmada y de la que se supone que refleja un esquema objetivo se llama «ley». Las leyes condensan nuestro conocimiento de lo actual y lo posible. No basta con intuir la forma de una ley, por muy sagaz que sea la intuición que nos guíe. La tarea de la ciencia es penetrar más allá de lo inmediato y visible hacia lo desconocido y de ahí colocar lo visible en un contexto nuevo y más general. La investigación científica como la curiosidad infantil, parte de preguntas; pero a diferencia de las preguntas infantiles, culmina con la construcción de sistemas de ideas: las teorías. Las teorías unifican leyes y por medio de ellas entendemos y prevemos los acontecimientos. En un nivel simple, una teoría nos ayuda a interpretar lo desconocido en términos de lo conocido. Una teoría correlaciona muchos hechos separados en una estructura lógica del pensamiento fácilmente comprensible. Una teoría fructífera no solamente explicará las leyes que establece, sino que también mostrará precisamente en qué casos y por qué estas leyes pueden no ser válidas. Otra característica de una teoría exitosa es su flexibilidad para ampliarse y modificarse cuando sea necesario, hasta que una nueva teoría sea desarrollada. El hombre puede construir teorías, remodelarlas, aplicarlas, destruirlas y olvidarlas.

Las teorías científicas se construyen para explicar y predecir. La explicación y la predicción intervienen combinadas en el planteamiento racional y la ejecución de actos. Antes de hacer algo racionalmente con un objetivo práctico, tenemos que entender qué es (descripción), por qué es así (explicación) y cómo puede comportarse (predicción). Según esto, la acción racional está basada en el conocimiento científico. Hay sin duda acción sin conocimiento científico, pero un rasgo de la civilización es el aumento de la acción racional, siempre que la acción tenga alcance social.

Consecuentemente, el método científico es un modo de tratar problemas intelectuales y puede utilizarse en todos los campos del conocimiento.

La diversidad de la ciencia se manifiesta por los objetos que estudia. La primera y más notable diferencia que se presenta entre las ciencias es la que distingue las ciencias abstractas de las ciencias factuales. Es decir, entre las que estudian ideas y las que estudian hechos.

La lógica y la matemática son ciencias abstractas, no se refieren a nada que se encuentre en la realidad, y por tanto, no pueden utilizar nuestro contacto con la realidad para validar sus resultados.

Las ciencias factuales se dividen en ciencias naturales y ciencias culturales. Ejemplos de ciencias naturales son: la física, la química, la biología, la astronomía, la geología, la psicología individual. Ejemplos de ciencias culturales son: la psicología social, la sociología, la economía, la política, la historia, la historia de las ideas. Estas divisiones son arbitrarias, están hechas por el hombre y son una manera conveniente



de organizar la tarea de investigar los misterios de la naturaleza.

Así, aquello que comenzó a partir de la adivinación y la intuición, se convirtió primero en pensamiento lógico y después en pensamiento científico que dio origen a la ciencia.

Sin embargo, la ciencia no es la única fuente de conocimiento. Otra fuente de conocimiento es la técnica.

La técnica es el conjunto de conocimientos prácticos o procedimientos de que se sirve una ciencia o un arte y tiene como objetivo obtener un resultado determinado. La técnica requiere destrezas manuales e intelectuales y generalmente depende del uso de herramientas. La técnica surge de la necesidad humana de modificar su medio y se transmite de persona a persona.

El empirismo del siglo XVII y la ilustración del siglo XVIII están definidos por una serie de eventos culturales que afectaron a la ciencia y a la técnica. La emergencia de la comunicación de masas a través de los medios impresos, el surgimiento del capitalismo, la revolución industrial, la urbanización y la democratización contribuyeron a la coexistencia de dos ramas del pensamiento: el racionalismo y el empirismo. Sin embargo, estas dos ramas tienen un origen común: la «episteme» (pensamiento lógico) que se distinguió de la «gnosis» (pensamiento intuitivo) desde la época de la cultura griega. Esta situación en la que ocurre la emergencia del empirismo y el racionalismo también produjo cambios en las responsabilidades educativas. Surgió la necesidad de tener una fuerza de trabajo modestamente alfabetizada, una forma de mantener a los niños fuera del mercado laboral pero también fuera de las calles y una manera de conservar la estratificación de las clases sociales.

El tercer elemento que se considera en las fuentes del conocimiento es la tecnología.

La tecnología es un conjunto de conocimientos asociados con la creación o mejoramiento de formas de producción, a través de innovaciones conceptuales de mayor o menor nivel. Se puede decir que tecnología es el conjunto de conocimientos, técnicos o científicos, nuevos o copiados, de acceso libre o restringido, jurídicos o comerciales que permiten la implementación o modificación de un proceso productivo.

La tecnología es algo que se compra o se vende. Los países que desarrollan tecnología pueden venderla, los países que no la desarrollan se ven obligados a comprarla.

La tecnología se puede comprar (o vender) de varias maneras: puede ser que se trate de un producto concreto como por ejemplo una computadora que tiene incorporado en el precio el pago por los conocimientos que fueron necesarios para fabricarla, es decir, tecnología de producto. Pero también puede ser que se trate de una máquina para hacer tijeras, en cuyo caso se trata de tecnología de equipo. Si lo que se compra es un conjunto de fórmulas y procedimientos para hacer un compuesto químico, se habla de tecnología de proceso. Si en cambio se trata de los conocimientos para hacer fábricas de algo, se puede hablar de tecnología de bienes de capital. En algunas ocasiones se pueden comprar todos los conocimientos necesarios para introducir un producto en el mercado, incluyendo la publicidad, y esto es la tecnología de mercado.



Sin embargo, para que la tecnología pueda desarrollarse debe tener un valor cultural, es decir, no basta con saber cómo se hacen las cosas, sino que es fundamental saber qué cosas conviene hacer. La tecnología comprada no siempre es la más adecuada.

Las actividades relacionadas con el desarrollo de tecnología son muchas y muy diversas. Un desarrollo tecnológico comprende investigación científica, investigación aplicada, diseño y soporte técnico. Pero para que estas actividades se puedan realizar eficazmente se requieren conocimientos en otros campos como por ejemplo: planificación, organización, costos, motivación, protección de propiedad industrial, procesos productivos, comercialización, normalización, desarrollo de creatividad, evaluación de proyectos, política científica y tecnológica, etc.

Si se desea un estilo propio de desarrollo con una adecuada inserción en el ámbito internacional, se requiere un proyecto nacionalista que dé a la innovación un valor cultural y que considere todos los aspectos mencionados.

A la mayoría de los científicos se les ha enseñado a pensar en términos de sistemas cerrados. En el laboratorio, las variables son usualmente pocas, identificables y controlables, o al menos sus efectos son medibles. Los problemas son generalmente estables y las escalas de tiempo son pequeñas. Los experimentos son repetibles y los resultados son contrastables. Los peligros son fácilmente reconocibles y por esto los riesgos son bajos. Existen modelos bien estructurados y lenguajes apropiados para formular y discutir resultados.

Los científicos que se dedican al desarrollo técnico tienen las mismas ventajas en sus laboratorios, pero una vez que una innovación sale del laboratorio la situación es muy diferente. El ambiente en el que se usa una innovación es un ambiente en el que los factores sociales, económicos y políticos son tan importantes como la ciencia. El número de variables es inmenso y no sólo cambian sus valores, sino su relevancia.

El diseño es la preparación de un artículo o sistema para que cumpla con ciertos requerimientos funcionales, de construcción, económicos, ergonómicos y estéticos. Un buen diseño funcionará bien en todos los ambientes de trabajo en que se encuentre, desde el laboratorio, la manufactura y durante su uso, hasta que finalmente se deseche. El significado de esto para el diseñador es claro: él deberá pensar no solamente en el «descubrimiento», sino en ponerlo a funcionar, el proceso de innovación, el proceso de fabricación, el mercado, las ventas, los servicios de reparación y mantenimiento y finalmente la obsolescencia.

Durante mucho tiempo el hombre produjo tecnología de manera espontánea y artesanal pero la producción de tecnología ha cambiado drásticamente.

La tecnología, como cualquier otra mercancía, tiene un valor de uso y un valor de cambio. El valor de uso está determinado por lo bien que la tecnología cumple con su propósito; y su valor de cambio está determinado por la proporción en que su valor de uso se cambia por el valor de uso de otra mercancía, sea directamente o a través de dinero. El valor de cambio es un «juego de poder» entre el vendedor y el



comprador de la tecnología. Una buena tecnología debe tener un buen valor de uso, esta condición es necesaria pero no es suficiente; debe tener también un buen valor de cambio.

En otro orden de ideas, es necesario hacer notar que los conocimientos se distinguen de los saberes. En inglés el conocimiento (knowledge) se distingue de sabiduría (wisdom) pero en la acción (verbos) los dos sustantivos se relacionan con un solo verbo (to know = saber o conocer). Sin embargo, tanto en el español como en el francés existen verbos separados: para los conocimientos, conocer y para los saberes, saber.

Además, tanto los conocimientos como los saberes tienen formas de expresión a través del lenguaje, las bellas artes y las artesanías. Conocimientos, saberes y expresiones forman parte del sistema cognitivo.

De manera semejante, el sistema afectivo comprende entre otras cosas, anhelos, emociones, curiosidad, empatía, estados de ánimo, sentimientos, asombro y deseos. Pero, el sistema afectivo también da alojamiento a los saberes como la identidad, actitudes, trascendencia, valores, comportamiento y religión.

