

una experiencia docente en ingeniería

gerardo aragón y aurelio canales*

La enseñanza presupone la posibilidad de transmisión del conocimiento generado por el hombre. Si partimos de que el conocimiento está estructurado con base en conceptos, es necesario, entonces, explicitar algunas propiedades que a ellos les atribuimos. Por lo tanto, iniciaremos el tema exponiendo, muy sucintamente, algunas características generales de los conceptos que hemos empleado como referentes importantes durante la investigación y el desarrollo curricular o bien en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cada concepto se encuentra en estrecha correspondencia con la época, con la etapa social dominante por la que atraviesa la humanidad en un periodo específico. La vinculación de cada concepto respecto a la distinta etapa social la designaremos con el nombre genérico de *historicidad del concepto*. Con él deseamos resaltar que cada categoría con la que actualmente contamos se ha transformado, de acuerdo con determinada capacidad de deformación a lo largo de la historia y que, por ende, debemos estar muy pendientes de las transformaciones que ha sufrido pues ellas explican, a veces, tanto erosiones como extensiones y modificaciones, o bien el desecho de un concepto del bagaje conceptual que denominamos conocimiento.

Por ejemplo, el gran avance cultural representado por el atomismo de Demócrito descansaba precisamente en el concepto de átomo; concebido éste como una partícula indivisible, en la actualidad es precisamente la de ser divisible. En aquella época y aun a principios de siglo XIX se aceptaba que cada objeto de la naturaleza era el resultado único de una específica agrupación de partículas. Hoy denominamos hidrógeno a tres combinaciones distintas de partículas.

Otro ejemplo lo presenta el concepto de masa (Cfr. Bachelard, G., 1955, p. 36-39). En primera instancia se definió la masa de un objeto como cierta cantidad de materia, obteniéndose con ello una precisión cuantitativa, tosca y voluminosa. Después, este concepto estuvo ligado al uso de un instrumento: la balanza, recibiendo así una objetividad experimental. En el siglo XVII, con Newton, la masa de un objeto quedó definida como el cociente entre la fuerza y la aceleración estableciendo con ello una re-

lación fundamental para la mecánica que consideraba como elementos fundamentales: espacio absoluto, tiempo absoluto y masa absoluta. Einstein, con la mecánica relativista (1905), descubre que la masa es una función complicada de la realidad, pues la de un objeto es relativa a su desplazamiento, mostrando con ello que no tiene sentido la noción de masa absoluta. Con la mecánica de Dirac (1928) se descubre, como resultado de un cálculo, que para un mismo objeto no hay una sola masa sino que se encuentran dos masas, y una de ellas es negativa.

En otras palabras, las modificaciones y reelaboraciones del concepto de átomo o bien de masa están ligadas a ciertas etapas sociales, las cuales le imprimieron a este concepto sus actuales características, así como la actual etapa social imprime (e imprimirá) a este concepto modificaciones que lo llevarán a nuevas precisiones.

Así la historicidad de los conceptos, y por ende el conocimiento, es una característica que nos apremia *verlos en proceso* y con una amplia posibilidad de desarrollo, en continua elaboración, llenos de fracturas y que puede continuar *su desarrollo sólo a condición de satisfacer las necesidades teóricas prácticas que una época social impone al conocimiento científico-técnico*.

Además de la historicidad, los conceptos adquieren determinada valoración en función de su proximidad o lejanía a la actividad práctica (actividad práctica= aplicación de conceptos, nuevos desarrollos...) o bien a su *actividad teórica* (explicación racional articulada, no contradictoria y suficiente sobre una serie de fenómenos vinculados entre sí). Entonces, tomaremos estas otras dos características de los conceptos: su *aplicabilidad*, posición y jerarquía en la práctica; su *teoricidad*, posición y jerarquía en la teoría.

Para aclarar estas dos últimas características pensemos, por ejemplo, el concepto de energía potencial. Este es una primera magnitud en toda la física pero de poca importancia cuando se efectúan análisis termodinámicos de calderas. Asimismo, existen conceptos prácticos fundamentales sin mayor relevancia para la teoría, tal es el caso del concepto de calidad de la mezcla de una sustancia; este concepto resulta crucial para ciertas aplicaciones de la termodinámica (ciclo Rankine en plantas de

fuerza de vapor y refrigeradores) pero es innecesario para la teoría (*termodinámica*).

Otra característica que nos interesa de los conceptos proviene de su presencia constante, el grado de su vinculación, en una *rama de la producción económica* existente en el país (región) donde se efectúa el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta vinculación se convierte en un referente invaluable cuando intentamos legitimar la presencia de un determinado concepto (conocimiento) en el currículum. Su influencia es también notoria cuando de ponderar se trata las otras características que hemos presentado: historicidad, teoricidad y aplicabilidad.

Por ejemplo, considérese el concepto de zona tropical. En una región semiárida (Zacatecas, Chihuahua) este término pierde mucho de su significado. Su importancia teórico-práctica se diluye ante aquella realidad social y productiva, y ello mismo la excluye en gran medida de un currículum relacionado con las ciencias agropecuarias; es claro que insistir en aquellas regiones semiáridas sobre las bondades de tal o cual planta o animal propios del trópico (plátano ganado cebú) es, literalmente, arar en el desierto.

A las cuatro características de los conceptos, ya presentadas deseamos agregar, en este trabajo, otras dos: la *algoritmización* y la *heurística*. Para distinguir estas dos últimas entre sí es necesario recordar la existencia de conceptos (conocimientos) que cuando los dominamos nos permiten transformar determinada información mediante *procedimientos concretos, fijos, estables* (algoritmos). Tal es el caso del concepto de media aritmética. Con la asimilación y empleo de la media aritmética podemos, siguiendo una serie de pasos definidos y definitivos, obtener un resultado (5) proveniente de cierta información (8, 5, 3, 4.). Otros ejemplos de conceptos algorítmicos lo constituyen las operaciones aritméticas (suma, resta), las operaciones algebraicas (extracción de raíces, logaritmos), fórmulas geométricas (área de triángulos y polígonos), etcétera.

Es obvio que un concepto es algorítmico sólo a partir del momento de su aprehensión; así, determinadas personas pueden tener un conocimiento totalmente algoritmizado y, sin embargo, otras referirán ese mismo conocimiento como algo ajeno, lejano. Consideremos, por ejemplo, el caso de las personas que se inician en la lectura; para ellas leer es un proceso muy distante a ser algorítmico, en cambio para personas con educación superior la lectura es un proceso algorítmico.

En este momento resulta indispensable efectuar una aclaración, no empleamos el concepto de algoritmo como sinónimo de conocimiento adquirido en forma mecánica, pasiva, estrecha. El aprendizaje de una algoritmo, como el de cualquier otro conocimiento, puede efectuarse de manera mecánica o consciente; uno puede saber o no del significado de multiplicar dos números como 18 y 11 o bien disponer solamente de la regla para su multiplicación, pero esto es un problema (central, medular) propio

del proceso de enseñanza-aprendizaje y no de la multiplicación en sí. Entonces, cuando decimos que existe un algoritmo mediante el cual podemos encontrar el producto 18 y 11 nos referimos a la existencia de un procedimiento mediante el cual sabemos que llegaremos a dicho producto siguiendo una serie fija, determinada, finita de pasos. El que este procedimiento se asimile de manera consciente o no es cuestión ajena al algoritmo.

El dominio de un algoritmo (o colección de algoritmos) no garantiza que se pueda resolver un determinado problema, suponiendo que la respuesta al problema en cuestión se encuentre precisamente con dicho algoritmo. Esto se debe a que para aplicar un algoritmo a un determinado problema con el fin de resolverlo, debemos primero haberlo planteado de tal manera que ese algoritmo (o serie de algoritmos) sea el que proporcione la respuesta necesaria.

A las sugerencias y/o indicaciones elaboradas con el fin de plantear y resolver correctamente los problemas, así como aquellas que aplicamos para vislumbrar un camino mediante el cual probablemente sean resueltos, las denominaremos *heurística*. Por ejemplo, las ideas presentadas por René Descartes en su *Discurso del método* forman parte de la heurística, asimismo lo son las sugeridas por Francis Bacon en su *Novum organum*.

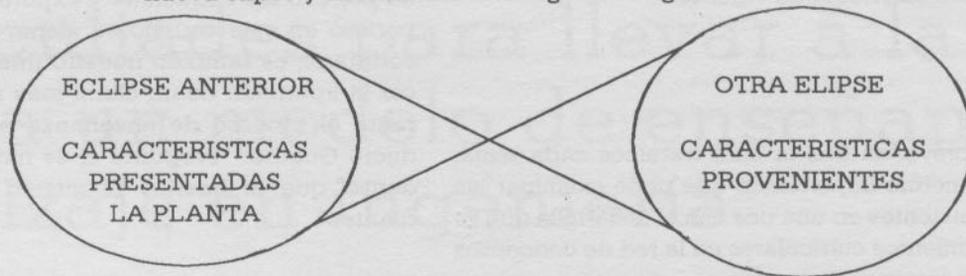
Debe entenderse que la heurística no es un conocimiento algorítmico, pues no puede asegurar que exista al menos un procedimiento definido mediante el cual podamos, en un plazo finito, plantear el camino para solucionar problemas. La existencia y relación entre algoritmidad y heurística se encuentran implícitas en las siguientes palabras de Albert Einstein:

Ningún científico piensa con fórmulas. Antes de calcular, el físico debe tener en su cerebro el curso de los razonamientos. Estos últimos en la mayoría de los casos pueden ser expuestos con palabras sencillas. Los cálculos y las fórmulas constituyen el paso siguiente.

Si reunimos las características que les hemos atribuido a los conceptos y cada una de ellas la representamos como una de las seis partes iguales de una elipse, tendremos la siguiente figura:



Con estas otras características podríamos formar una nueva elipse y obtendríamos la siguiente figura:



Cada uno de los seis sectores re-presenta a nuestro juicio una faceta del conocimiento y creemos que ellas pueden ser empleadas como hilo conductor durante la labor de investigación curricular.

Es evidente que al variar la ponderación de cada uno de los sectores que forman la figura anterior, se modificará el diseño o desarrollo de un determinado currículum. Por ejemplo, un currículum cuyo énfasis sea en determinada rama de producción, estrechamente enfocado a la practicidad y resaltando la algoritmización, se aproxima a lo que se denomina educación (media) técnica y es un currículum diferente al requerido por la educación profesional, en donde también participan la teoriedad, heurística y historicidad de los conceptos.

La búsqueda de currícula equilibrados con respecto a las seis características dadas, sólo puede aceptarse como lineamiento muy general pues en la práctica existen parámetros restrictivos poderosísimos a dicho equilibrio, entre ellos mencionaremos: tiempo disponible, historial académico de profesores y alumnos y condiciones materiales.

Las seis características mencionadas pueden emplearse no sólo en el ámbito del diseño o investigación curricular, también pueden servir para dirigir labores más concretas. Por ejemplo, pueden emplearse para diseñar (rediseñar) una serie de unidades de enseñanza-aprendizaje (uea) o como guía general durante el desarrollo de un tema específico del currículum. Es decir, pueden convertirse en herramientas prácticas, de uso cotidiano, para contribuir a una mejor labor práctica docente.

Por otra parte, cualquier actividad docente estaría definitivamente incompleta, si su desarrollo solamente lo centramos en las seis características bosquejadas. Así, necesitamos enriquecer al currículum mediante la participación de otras características como, por ejemplo, las derivadas de la planta productiva.

El punto C representa la *condensación resultante* de ponderar los contenidos de las dos elipses, obteniendo con ello *los lineamientos para elaborar el currículum*. Evidentemente, *el número y tipo de elipses* puede aumentarse y así obtener una sucesión de puntos C_1, C_2, \dots los cuales proporcionarán lineamientos diferentes para elaborar la currícula. Hay que mantener presente que durante la elección del número de elipses, como de sus

contenidos o bien su ponderación relativa, nos aproximamos estrechamente tanto a la ideología, experiencia y práctica docente como a los intereses inmediatos y mediatos de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo.

Ahora bien, si logramos confrontar una sucesión de elipses en donde los conceptos que aparezcan en cada una de ellas tengan características de la misma especie o nivel, y si además estamos de acuerdo sobre cuáles elipses y en qué magnitud participarán como referentes curriculares, qué ponderación daremos a los sectores de las elipses participantes y si, por último, tenemos al menos una de las síntesis provenientes de la labor anterior, diremos que *la síntesis aprobada conforma nuestros lineamientos curriculares*.

La labor consistente en especificar un determinado número de elipses, la importancia que cada una tendrá, los sectores que las conformarán y la ponderación de estos sectores *constituyen para nosotros tareas propias de la investigación curricular*.

Puesto que por su esencia misma los lineamientos curriculares tienden a atenuar la riqueza de ideas surgidas durante su elaboración, los grupos de trabajo que efectúan una determinada investigación curricular deberían recoger en un documento tanto las ideas germinales como las razones que llevaron a esa selección y esa ponderación.

Tal documento resulta invaluable al menos en dos ocasiones: durante el desarrollo del currículum (planes de estudio, programas de uea) y cuando se intenta confrontar dicho currículum con su práctica, es decir, en el momento de evaluarlo. Tampoco debemos perder de vista que un currículum así presentado coadyuva a fomentar cierta coherencia y articulación del mismo a lo largo de su práctica cotidiana, pues el personal docente y los alumnos al conocer de antemano los propósitos generales, que son al mismo tiempo operativos, tendrán asegurado un mínimo de información a partir de la cual podrán surgir criterios encaminados a entresacar las bondades o defectos del currículum correspondiente.

En otras palabras, el diseño y la investigación curriculares serán más completos, si los lineamientos están presentes de manera abierta durante la diaria labor docente. Recíprocamente, la labor docente, práctica cotidiana, será

más articulada, si se mueve en vecindades muy cercanas a los lineamientos curriculares vigentes.

Conclusión

A pesar de la brevedad con la cual tratamos cada tema, destacamos la enorme importancia que tiene examinar las dificultades persistentes en una uea con el desarrollo que se le dio a los lineamientos curriculares en la red de conceptos en la cual queda inmersa dicha uea.

Sólo una evaluación que pase por estos niveles nos permitirá operar currícula más cercanas a nuestra particular idiosincracia; y sólo con base en esta experiencia podremos reforzar o diseñar verdaderas filosofías educativas nacionales y con ello establecer proyectos más adecuados de investigación, desarrollo y formación de personal capacitado.

Si bien estas metas son muy ambiciosas, creemos que no por ello los esquemas y experiencias que hemos compartido en este trabajo se alejan de la práctica docente cotidiana; es también nuestro interés contribuir a favorecer la aparición de un clima más ágil, más dinámico, durante el proceso de enseñanza aprendizaje pues, como dijera Goethe: "Pregunto si es natural, si es incluso prudente, que te hastíes tú mismo y aburras a los estudiantes".

Bibliografía

Bachelard, G. *La filosofía del no*, Amorrortu Editores, Buenos Aires. 1955.

*Profesoras de la UAM-A.

