

## **Capítulo 4. Método. Modelo de medición. Interpretación**

- 4.1 Representación de una meta.
- 4.2 Modelo para la cognición.
- 4.3 Entrenamiento a partir de los datos.
- 4.4 Ejercicio con solución explícita.
- 4.5 Número de ejemplos y validación.
- 4.6 Evaluando un recurso versátil.
- 4.7 Desarrollo de la pericia.
- 4.8 Tabla de contingencia para una historieta.

### **4.1 Representación de una meta.**

#### § Dualidad en una meta.

La explicación del proceso de aprendizaje quedó descartada de la lista de insumos asociada a nuestro diseño, desde el momento en que decidimos no abordar como una tarea de carácter deductivo el problema planteado en el primer capítulo. Como vía de solución se ha preferido abordar la construcción de un diseño que permita al educando ser quien se esmere por alcanzar determinadas metas, desarrollando por sí mismo su competencia a medida que puede constatar de qué manera le es posible lograrlo. El propósito es que sólo tras alcanzar con éxito la meta del aprendizaje, el aprendiz descubra una explicación para el proceso que ha realizado. Que la meta del aprendizaje sólo se materialice como fruto del esfuerzo realizado por el aprendiz para alcanzarla equivale a decir que el pedagogo<sup>68</sup> podrá permanecer convenientemente apartado en el aula, cuando un diseño de la naturaleza del que se propone es puesto en práctica.

---

<sup>68</sup> Etimológicamente *pedagogo* es quien conduce a los niños a la escuela, quien los lleva a la Academia.

Al aplicar en el aula el instrumento que está desarrollando, el diseñador participa más en calidad de “observador”. Como un agente crítico, sólo intervendrá para mostrar rasgos peculiares del proceso, haciendo destacar algunos de los obstáculos; no, apartándolos, ni mostrando vías para eludirlos. Mucho menos, sugiriendo alguna otra forma de conducir el pensamiento. He aquí el recíproco del aprendiz. El diseñador, doblemente activo en el aula mientras elabora la representación de un ambiente sobre un escenario situado en el porvenir, sólo verá materializado el fruto de su esfuerzo como lo haría un espectador sentado entre el público que evalúa el estreno de una representación teatral.

§ Explicación y descripción. Esquema y representación.

En el capítulo anterior nos hemos avocado a definir el rol de la «explicación» en nuestro proyecto. Al asociar tal significado con la noción de calidad se hizo evidente la necesidad de definir la manera en que el aprendiz habrá de cerciorarse de que la «descripción» que está elaborando resulta ser coherente con los objetivos declarados al iniciar el proceso de aprendizaje. Conforme a la definición de calidad (Garduño, L., 1999) que hemos adoptado, ambas definiciones parten de identificar aquellos atributos que hacen peculiar la tarea, tanto aquella que el diseñador se propone cuando procura lograr que el proceso de enseñanza–aprendizaje se materialice, como la que el aprendiz elabora para apoyar el esquema en que modelará su solución ante el problema de «conocer» el objeto, al alcanzar la meta.

También en aquella oportunidad buscamos visualizar una manera de vincular la «observación», el primero de los vértices del “Triángulo de la Evaluación” (Pellegrino, J. et al, 2003, p.44), con el esquema y la «descripción».

Finalmente, intentaremos vincular la elaboración del «esquema» y la representación del modelo con la «interpretación», a fin de describir las características del mismo objeto de conocimiento desde la perspectiva del segundo vértice. Este análisis habrá de llevarnos a una descripción esquemática del objeto donde podría alojarse la raíz de su nexo con la «interpretación» que nuestra mente atribuye al modelo.

## **4.2 Modelo para la cognición**

§ «Conocimiento», «interpretación» y «ensayo».

En el primer capítulo identificamos la «observación» como la habilidad básica del pensamiento de donde parte la evaluación, así que para asegurarnos de que la haremos intervenir sistemáticamente en nuestro análisis hemos adoptado el modelo del “Triángulo de la evaluación” (Pellegrino, J. et al., 2003, p. 44), donde la «observación» siempre va asociada con la «interpretación» y la «cognición». Se subrayó entonces la necesidad de un propósito como característica inherente del proceso de «observación», para lo cual nos referimos a las nociones denominadas «aplicación inicial» y «aplicación sostenida» de la atención, que tomamos de la psicología del Abhidhamma.

En el segundo capítulo abordamos la noción práctica que hemos venido utilizando para dar estructura al proceso de adquisición de «conocimiento»<sup>69</sup> y cuyo propósito es relacionar ciertos rasgos característicos del comportamiento observable a fin de elaborar una representación coherente del proceso que lo causa. Al reflexionar sobre esta definición de «conocimiento» concluimos entonces que entre el proceso de «conocer» y el comportamiento que lo sugiere tiene que mediar una actividad de «interpretación». La «interpretación» a su vez, depende del criterio con el cual se evalúa cuando se intenta «conocer» el objeto sugerido.

Hemos visto, al iniciar la búsqueda de especificaciones para un modelo estadístico en las Secciones 3.7 y 3.8, la relación operativa que existe entre la «interpretación» y el «ensayo» en el aprendizaje. Estos son aspectos donde el aprendiz puede desarrollar su «competencia» a voluntad, mismos en los que el diseñador del ambiente fácilmente identifica áreas de oportunidad y que nosotros vamos a considerar para evaluar el proceso.

En esa ocasión dijimos que en otro momento consideraríamos la actividad dirigida a lograr la «meta», cuando fuésemos a tratar el modelo con el que vamos a representar la

---

<sup>69</sup> Driankov et al, 1996.

cognición –el modelo correspondiente a la representación de la 2ª y la 1ª personas– . Ese momento es ahora.

§ «Interpretación» con base en una estructura novedosa.

En el capítulo anterior se plantearon algunos ejercicios de entrenamiento. Intentemos ahora adquirir la noción de una estructura operativa para nuestro modelo de la cognición, tomando como base el examen de un texto que contenga material novedoso. La estrategia consiste en poner en juego los recursos que nuestro discernimiento requiera para avanzar en la elaboración de un significado coherente, procurando mantener una posición que nos permita evaluar cómo se desarrolla el aprendizaje, a través de una corta serie de «ensayos» que reclamen la intervención activa de nuestra destreza en la «interpretación». Con base en la «observación» trataremos de «conocer» cómo se desarrolla y aplica la «interpretación», de tal manera que resulte evidente cómo, al aplicar el par «observación-interpretación» al «ensayo», la actividad se evalúa a sí misma.

El primer texto seleccionado se sitúa convenientemente lejos de los contenidos con los que comúnmente se involucra un lector en Occidente, aún cuando evidentemente se relaciona con varios aspectos del problema que nos interesa: el método pedagógico, el lenguaje adecuado, la comunicación, las características de la audiencia y algunos conceptos de filosofía, tales como el método de exposición de las ideas, el rigor, la terminología y la expresión de la verdad. Nuestra intención es crear una situación novedosa similar a aquella en la que el aprendiz podría encontrarse ante lo expuesto por el docente en el aula. Adicionalmente, el lector reflexivo puede evaluar el sesgo que su conocimiento previo es capaz de introducir en el proceso de percepción, ya que a pesar de referirse a una práctica verificada experimentalmente como tantos otros modelos existentes en la literatura, la vinculación del texto con una disciplina filosófica, a través de la cultura, podría contribuir a la atribución de una relevancia dudosa.

Intentemos situarnos ahora en el lugar de los alumnos, procurando extraer algún significado del fragmento que es reproducido a continuación, tal como esperaríamos que ellos lo hicieran ante esa exposición nuestra que tal vez les resulta así de extraña.

En la primera sesión de lectura el docente propone al grupo abordar el texto para su «interpretación». El documento debe proveer el contexto para que en un momento subsecuente se haga referencia a contenidos directamente relacionados con el modelo que interesa identificar y probar, exigiendo del lector la movilización de todos los recursos a su alcance, mediante la aplicación del pensamiento reflexivo.

[...] el término “Abhidhamma” significa “aquello que supera y se distingue del Dhamma” (*dhammatireka-dhammavisesa*), el prefijo *abhi* tiene el sentido de preponderancia y distinción, y *dhamma* aquí significa las enseñanzas del Sutta Pitaka.<sup>70</sup> Cuando se dice que el Abhidhamma supera las enseñanzas del Sutta Pitaka, no se pretende sugerir que la enseñanza de los Suttas es imperfecta en algún grado o que el Abhidhamma proclama alguna nueva revelación de doctrina esotérica desconocida en los Suttas. [...] Esta diferencia de ninguna manera se refiere a lo fundamental; pero es, más bien, en parte una cuestión de alcance y en parte una cuestión de método.

Con respecto al alcance, el Abhidhamma ofrece una minuciosidad y perfección de tratamiento que no se encuentra en el Sutta Pitaka. [...] Así, el Abhidhamma tiene un alcance y una complejidad que lo distingue del Sutta Pitaka.

Otra importante diferencia concierne al método. Los discursos contenidos en el Sutta Pitaka fueron expuestos por Buddha en diversas circunstancias a oyentes de muy diversas capacidades de comprensión. Los discursos son fundamentalmente pedagógicos, expuestos de la manera más efectiva para guiar al oyente en la práctica de la enseñanza y para alcanzar la penetración de su verdad. Para lograr este objetivo, Buddha utiliza libremente los métodos didácticos requeridos para hacer inteligible la doctrina a sus oyentes. El usa símiles y metáforas; exhorta, aconseja e inspira; evalúa las inclinaciones y aptitudes de su audiencia y ajusta la presentación de la enseñanza de tal manera que despierte una reacción positiva. Por esta razón, el método de enseñanza de los Suttas se denomina *pariyaya-dhammadesana*, el discurso figurativo o embellecido del Dhamma.

---

<sup>70</sup> *Atthasalini 2* (Comentario del *Dhammasangani*). *The Expositor* (traducción del Atthasalini) p.3.

En contraste con los Suttas, el Abhidhamma Pitaka intenta divulgar de la manera más austera y directa posible el sistema totalitario que subyace en las exposiciones de los Suttas y sobre la cual los discursos individuales están basados. El Abhidhamma no toma en cuenta las inclinaciones individuales y las capacidades cognitivas de los oyentes; no hace concesiones a requerimientos pragmáticos particulares. Revela la arquitectura de la realidad de manera abstracta y formalista, completamente libre de embellecimientos literarios y recursos pedagógicos. Por esta razón el método del Abhidhamma se describe como *nippariyaya-dhammadesana*, el discurso literal o sin embellecer del Dhamma.

Esta diferencia de técnica entre los dos métodos también influencia sus respectivas terminologías. En los Suttas, Buddha regularmente hace uso del lenguaje convencional (*voharavacana*) y acepta la verdad convencional (*sammutisacca*), la verdad expresada en términos de entidades que no poseen ultimidad ontológica pero que aún es legítimo referirse a ellas. Así, en los Suttas, Buddha habla de “yo” y “tú”, de “hombre” y “mujer”, de seres vivientes, personas y hasta del yo como si ellos fueran realidades concretas. El método de exposición del Abhidhamma, sin embargo, se limita rigurosamente a los términos que son válidos desde el punto de vista de la realidad última (*paramatthasacca*): dhammas, sus características, sus funciones y sus relaciones. Así, en el Abhidhamma todas aquellas entidades conceptuales aceptadas provisionalmente en los Suttas para propósitos de una comunicación efectiva, son resueltas en sus realidades ontológicas últimas, en puros fenómenos mentales y materiales que son impermanentes, condicionados y que ocurren dependientemente, vacíos de una entidad o sustancia duradera.

Sin embargo, una salvedad es necesaria. Al hacer una distinción entre ambos métodos, esto debería comprenderse basándose en lo que es más característico de cada Pitaka y no debería interpretarse como una absoluta dicotomía. Hasta cierto punto los dos métodos se sobreponen e interpenetran.” (Bodhi, B., 1999, pp. 5 – 6).

El texto se explica a sí mismo, haciendo honor al sentido con el que su autor lo ha construido para servir como parte de la introducción al Compendio del cual se ha extraído.

La dificultad para comprenderlo radica claramente en el proceso de decodificación. Cabría preguntarse, por ejemplo, si agregando un breve diccionario con el significado

de las palabras de origen Pali, tales como *pitaka*, *dhamma*, *vohara*, etc., el docente facilitaría una mayor profundidad en la comprensión del texto, o la referencia breve es suficiente para estimular la curiosidad del lector, remitiéndolo a las fuentes apropiadas.

La redundancia en los distintos lenguajes es un factor que nuestra intuición nos lleva a considerar, de manera natural, en el proceso de elaboración de descripciones claras. Si bien una palabra es una secuencia de caracteres, una sucesión de caracteres en el texto que estamos leyendo y por tanto el resultado de un proceso de muestreo, éstos no son independientes entre sí sino que están sujetos a las restricciones impuestas por las palabras que constituyen el contexto en que el mensaje ha sido redactado. Pero al igual que la gramática no es imprescindible para que un lenguaje sea utilizado en la vida cotidiana, en el «conocer» es posible reconocer algo más allá del elemento sensible y el elemento inteligible, como ocurre al identificar el significado de las palabras contenidas en un texto donde se han remplazado algunas letras con caracteres extraños<sup>71</sup>.

Si en una segunda sesión se le suministra al grupo el siguiente texto, podría esperarse que el aprendiz fuese capaz de integrar un modelo dotado de estructura coherente para el fenómeno cognitivo que se le está proponiendo, con elementos que le es posible identificar de primera mano:

“En el compendio de puertas hay seis puertas, es decir: puerta del ojo, puerta del oído, puerta de la nariz, puerta de la lengua, puerta del cuerpo y puerta de la mente.

Aquí, el propio ojo es la puerta del ojo; similarmente el oído, etc., es la puerta del oído, etc. Pero la continuidad vital se denomina puerta de la mente.

*Análisis de puertas.* El término “puerta” (*dvara*) se usa metafóricamente en el Abhidhamma para denotar el medio a través del cual la mente se relaciona con el mundo objetivo. Se especifican tres puertas de acción – cuerpo, lenguaje y mente – los canales a través de los cuales la mente actúa en el mundo. De nuevo, se reconocen seis puertas de cognición: las seis puertas de los sentidos a través de las cuales la conciencia y los

---

<sup>71</sup> Por ejemplo: “[...] regluramente hace uso del lenjuage covencional y acapte la verdad conencional, al verdad expresada en tirménos de entidedas que on pesoen ultimidad [...]”.

factores mentales salen para encontrar el objeto y por donde los objetos entran en la esfera de la conciencia y los factores mentales. [...]

*El propio ojo es la puerta del ojo.* Cinco de las puertas son fenómenos materiales (*rupa*), es decir, la sensibilidad material (*pasadarupa*) en cada uno de los cinco órganos de los sentidos. Cada una de éstas sirve como puerta por donde las conciencias y los factores mentales que ocurren en el proceso cognitivo tienen acceso al objeto y por donde el objeto es accesible a las conciencias y los factores mentales. La sensibilidad del ojo es la puerta para las conciencias que pertenecen al proceso de la puerta del ojo, haciendo posible que éstas conozcan las formas visibles a través del ojo. Lo mismo para las otras sensibilidades de los órganos de los sentidos con relación a sus respectivos procesos y objetos.

*La continuidad vital se denomina puerta de la mente.* A diferencia de las primeras cinco puertas, la puerta de la mente (*manodvara*) no es material sino mental (*nama*), es decir, la conciencia de continuidad vital. Cuando un objeto se conoce a través de un proceso de la puerta de la mente, las conciencias pertenecientes a ese proceso tienen acceso al objeto únicamente a través de la puerta de la mente, sin dependencia inmediata de ninguna facultad material de los sentidos.” (Bodhi, B., 1999, pp. 119 – 120)

Un modelo con estas características permite distinguir dos aspectos en la «observación», además de los que se han descrito anteriormente. Ahora el contacto entre el observador y el objeto del conocimiento se da a través de las seis “puertas sensoriales», cada una de las cuales tiene bases concretas en los sentidos, a las cuales hay que agregar la continuidad vital como base para la “puerta de la mente”. Por su parte, el contacto con la representación mental en la que el objeto debe transformarse para ser objeto del «conocer» se da en un dominio abstracto. Según esto, en la descripción de lo que se observa es posible definir operaciones distintas, atendiendo a la clase de relación establecida entre quien conoce y lo que es conocido. Por ejemplo, que la percepción opera con datos, mientras que el conocimiento opera con recursos externos e información.

En este momento el docente podría desarrollar, por ejemplo, una justificación para adoptar el modelo del Abhidhammatha Pitaka, como una disciplina basada en la experiencia, agregando un comentario relativo a la utilidad que la comprensión de

textos como estos podría tener en la capacidad de «interpretación». O, mejor aún, promover un debate sobre este punto, incorporando la posibilidad de sentidos adicionales, p. ej., el sentido del equilibrio corporal.

Nuestro diseño busca proveer acceso a los recursos pertinentes a través de ejemplos de entrenamiento, hacia los que el docente procurará atraer la atención del aprendiz. Se asume que los recursos que el aprendiz es capaz de movilizar para estructurar alguna solución factible son de origen tanto interno como externo, dado el planteamiento constructivista y social del aprendizaje en que se basa nuestro diseño.

La noción de «competencia», a la que nos hemos referido al considerar el caso del saltador con la pértiga, se define como “un saber actuar complejo que se apoya sobre la movilización y la utilización eficaz de una variedad de recursos” (Tardif, J., 2008, p. 3).

Esa variedad habla de recursos que provienen de fuentes distintas, una diversidad que la «actuación competente» unifica. De aquí que la «competencia» resulte ser un indicador adecuado para diversos procesos de evaluación, entre los cuales está el nuestro.

### 4.3 Entrenamiento a partir de los datos.

§ Una metáfora para acoplar la «interpretación» con la «observación».

Procuremos tener presente la definición que hemos adoptado<sup>72</sup> para la noción del «conocimiento», al considerar la siguiente reflexión que William Byers propone (2007):

“Verificar una prueba es una cosa y entender, es otra muy distinta... La verificación no requiere en ningún momento de *certeza inmediata*, pero *entender*, sí. Así que la prueba es una cosa y la idea, otra. Uno puede aceptar una prueba y a pesar de ello nunca experimentar una *certeza inmediata*” (Byers, W., capítulo 5).

---

<sup>72</sup> Driankov, Hellendoorn & Reinfrank (1996, p. 21): «modelo que suministra una estructura conceptual para capturar aquellos aspectos del proceso que representan aproximadamente su comportamiento»

¿A qué podría conducirnos la consideración anterior en el contexto de la evaluación formativa? El propósito de la evaluación formativa consiste precisamente en cerciorarse de que el entendimiento ha ocurrido.

El problema, cuya solución hemos situado en la “zona de desarrollo próximo” (Vygotsky, 1978, p. 86), consiste precisamente en obtener una prueba de que el entendimiento ocurre –en tiempo verbal presente progresivo– y si bien nuestro diseño sitúa el proceso de evaluación bajo la responsabilidad del educando, el aseguramiento de que las metas de aprendizaje se van logrando está a cargo del docente.

El aseguramiento de la calidad en este proceso tiene dos vertientes, la «descripción» y la «explicación» (Garduño, L., 1999). De ahí la relevancia de preguntarse, desde la perspectiva de una noción como la que Byers destaca: ¿cómo puede el docente vincular estas tareas? ¿cómo cerciorarse de que la «certeza inmediata» en el aprendizaje es un hecho y que el salto cuantitativo en el seno de la «zona de desarrollo próximo» (Vygotsky, 1978, p. 86) efectivamente ha ocurrido?

Recurriremos a algunas metáforas, a fin de dotar a nuestra teoría de la cognición de la “rigidez” necesaria para sustentar el dispositivo de medición requerido. Parecerá paradójico, pero buscaremos consolidar un fundamento para el proceso que nos interesa, caracterizando como “líquido” al rasgo que más distingue a la cognición de los otros que simultáneamente intervienen en la evaluación (Pellegrino, J., et al, 2003, p. 44).

En efecto, si recordamos que la «cognición» es el elemento que da “cohesión” a los factores componentes del «triángulo de la evaluación» (Pellegrino, J. et al, 2003, p. 44) tiene sentido atribuir metafóricamente a la teoría de la cognición que estamos adoptando el calificativo de «ciencia húmeda». La validez de un argumento de esta índole puede ponerse a prueba realizando el experimento de observar durante algún

tiempo cómo se comporta un torrente de rocas lubricado con un poco de lodo<sup>73</sup>, o el asentamiento natural de la arena en las dunas, cuando se supera el ángulo de reposo tras un proceso de depósito. En ambos casos es accesible la noción intuitiva de que la “cohesión” es un atributo que los datos de la percepción nos llevan a asociar con la configuración de la materia en el estado líquido, a pesar de que los elementos individuales que materialmente intervienen en el proceso observado sean en su gran mayoría sólidos, al menos en términos de volumen.

De manera similar, vamos a visualizar la evaluación formativa como un proceso de coalescencia de datos frescos, inferencias y recuerdos que la “ciencia dura” y la “ciencia húmeda” aportan, filtrados y decantados por la «interpretación» a medida que el modelo de conocimiento opera. Podremos así definir un criterio en términos de operación, como sigue:

*La intuición que la evaluación formativa nos provee se deriva de una relación dinámica entre los agentes constitutivos del triángulo (Pellegrino, J. et al, 2003, p.44). El caudal de datos que la «observación» aporta se transforma y adquiere la estructura prescrita por la «interpretación», que los incorpora de manera ordenada, unificados por la cohesión característica del «entendimiento». Esta materia unificada adquiere en el proceso una plasticidad que originalmente no está ni en los datos ni en la estructura del modelo en que se sustenta.*

Proseguiremos con nuestro análisis, examinando la génesis de una «descripción».

Recordemos que, en el aprendizaje humano, el reforzamiento de los esquemas que constituyen la representación elemental del objeto, evento o situación materia del proceso, se ve apoyado por la repetición. Sólo que a diferencia del caso memorístico, cuando nuestro propósito es lograr un aprendizaje significativo (Novak, J., p. 1998) lo

---

<sup>73</sup> Cf. por ejemplo el documento en video accesible via Internet (consultado en agosto de 2012) en el sitio siguiente: <http://www.youtube.com/watch?v=51C7vEAVbxk&feature=related>

que se procura repetir es la secuencia ordenada de fragmentos propia del pensamiento reflexivo.

El “aprendizaje de máquina” resulta ser un referente útil porque el «aprendizaje a partir de los datos» con supervisión tiene como objetivo que la “máquina” identifique la estrategia apropiada para resolver nuevos problemas del mismo tipo que el que se plantea, para lo cual la “máquina” tiene que ensayar con una enorme cantidad de casos representativos, usualmente del orden de miles. Procuraremos identificar la naturaleza de los «insumos» que estos casos aportan al proceso, así como los «resultados» que cabría esperar, a fin de comprender lo que representan para el «aprendizaje a partir de los datos». Para ello procederemos desde el caso más simple, que consiste en el aprendizaje de una «clase» a partir de ejemplos positivos y negativos de ella, hasta el caso más general de las descripciones continuas típicas de la narrativa.

§ Esquema indicador de flujo para la calidad.

En los capítulos anteriores procuramos «observar» una porción del terreno donde el proceso de interés se desenvuelve. Definimos ahí el marco teórico del que ahora nos serviremos para ensayar algunos bosquejos del diseño que pretende asegurar la efectividad de nuestro ambiente de enseñanza–aprendizaje. La noción que aplicaremos como trasfondo a la exploración del terreno se introdujo en el capítulo tres.

Con el propósito de «conocer» de manera sistemática ese terreno se adoptó un criterio aplicable en torno a la división de la tarea. Nuestra indagación se apoya sobre los vértices del “Triángulo de la Evaluación” (Pellegrino J. et al, 2003), donde primero procuramos «observar» en busca de los atributos del objeto. Para ello nos adherimos a una definición específica de la noción de «conocimiento», en este caso la de Driankov y colaboradores (1996), con el propósito de *elaborar una representación del proceso de enseñanza–aprendizaje*. Según la tesis que venimos sosteniendo, tal representación adquiere forma gradualmente, así que de manera selectiva y sistemática aplicamos la noción de calidad del modelo holístico para la evaluación en la educación superior (Garduño, L. 1999). Situados sobre esta plataforma conceptual, asumimos que el

examen del objeto puede suministrar indicios de la orientación a seguir, a medida que la indagación avanza en pos de algunos de sus atributos característicos. El dispositivo de observación se complementa con el enfoque de cada una de las cuatro lentes del “modelo HPL” (Bransford, J. et al, 2000, p. 134).

Recordemos que «conocer», el tercero de los vértices en el modelo del “Triángulo” (Pellegrino J. et al, 2003), es la función cohesiva en el proceso de evaluación. Acercándonos a un esquema, con la metáfora de una “lluvia de ideas” podríamos decir que «conocer» es como generar “rocío” dentro de una atmósfera saturada de “humedad”. Es posible identificar operacionalmente los aspectos de la «coalescencia» de los que deviene el «conocer», en dos productos relacionados con la aplicación de nuestra definición de calidad (Garduño, L., 1999): la presencia de los atributos que caracterizan al objeto analizado; y la posibilidad de delimitar esta colección de rasgos característicos, tarea cuyo resultado los hace merecedores de una denominación peculiar tan pronto se les combina con suficientes factores del aprendizaje para singularizarlo.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la «cohesión» no se da de manera espontánea. Al menos, no podemos esperar que siempre lo haga. En el dominio de la metáfora, la presencia de agua en estado gaseoso no nos permitiría asegurarlo, de no mediar un proceso de «condensación». Afortunadamente, en el bosquejo que antecede a una representación, es decir, en el esquema donde a partir de las aportaciones de determinada descripción cristaliza una imagen peculiar del objeto evaluado, es posible identificar un catalizador útil para la «cohesión». Dada la unión de los insumos necesarios para la «cohesión» y la provocación potenciadora del «estímulo catalítico» se tienen los elementos para «conocer» el objeto.

Todavía en la metáfora, cualquier delimitación es “dura” en el sentido de que implica cuantificar algo. De la misma manera, los modelos de cualquier atributo discreto son “húmedos” en el sentido de que implican cierta abstracción de un todo. Cuando se aplica al vínculo “suave”, que es aquél que aglutina un conjunto de atributos más o

menos diversos, la “solidez” de cualquier delimitación puede generar la condición de la “viscosidad interna”, un parámetro capaz de indicar, en el “flujo” del caudal subsecuente, la “coalescencia” indicativa del «conocer». Basta con asegurarse, entonces, de que el potencial apropiado exista, por sutil que sea. Un “sólido” trepida; un “líquido” vibra y resuena.

Es así que a partir de la división de la tarea abordamos la recolección de elementos tangibles, para integrar con ellos la «descripción» de objetos que situaremos en contextos donde probablemente habrá de manifestarse el «conocer». De esta manera, nos apoyamos sobre una estructura estática en torno a la cual se va a integrar el desplazamiento conceptual esperado, en parte con las aportaciones del ambiente y en parte con las aportaciones del aprendiz. Este cambio mostrará intensidad y dirección. Si bien el «flujo» asociado con la presencia del «conocer» requiere de una conjunción de condiciones preliminares, es decir, del establecimiento de una situación histórica con determinado «potencial» semántico, el «conocer» a su vez determina una posibilidad de que el desplazamiento ocurra. La «comparación» es una manera de medir y en el contexto de la conversación entre dos expertos nos permite detectar ese “flujo” característico.

Nos hemos referido al objetivo de la evaluación desde que fue enunciado en el título de este trabajo. Avancemos ahora en la construcción del andamiaje requerido para hacer alcanzable el logro de ese objetivo, a través del «diseño en retrospectiva» (Wiggins & McTighe, 1998).

Veamos primero el aspecto psicológico del proceso, antes de buscar una forma adecuada para expresarlo en términos más exactos. Así que, a partir de lo que haría el experto conocedor, retrocedamos hacia lo que el novicio hace cuando entra en contacto con un dominio de conocimiento que no le es familiar.

Analizando un poco lo que ocurre uno de esos días en que “nada parece estar (o salir) donde (o como) debería” es posible identificar de primera mano la condición en que se

encuentra el novicio ante algún conocimiento novedoso que pretende comprender. Sería raro que alguien no hubiera experimentado un día así, en el que priva ese desajuste tan característico de la situación novedosa. La estructura del mundo no coincide entonces con lo que acostumbramos ver, no sucede lo que esperamos, o bien, se presenta lo inesperado. Las cosas parecen estar fuera de lugar y lo más curioso es que las anomalías dan la impresión de propagarse a medida que las vamos notando, al grado que uno llega a preguntarse si lo significativo es la cantidad de anomalías que parecen multiplicarse a cada paso, o es que en realidad uno se vuelve más sensible a las anomalías conforme las percibe con mayor frecuencia.

Si la experiencia de “uno de esos días” nos resulta tan familiar como se ha sugerido en el párrafo anterior, estamos en una situación cognitiva que corresponde precisamente al extremo opuesto del punto de partida para nuestro diseño. ¿Por qué el extremo opuesto al punto de partida? Porque nuestro diseño empezará a tener sentido cuando el aprendiz comprenda que se le está planteando un enigma.

Ensayemos el análisis en retrospectiva asumiendo que el ambiente de enseñanza–aprendizaje corresponde a una conversación que recién ha iniciado entre dos conocedores de cierto tema específico. Supongamos que la conversación versa sobre un dominio del conocimiento que ambos expertos conocen bien. En tales condiciones la comunicación entre estas personas en torno al tema sería efectiva, aún cuando no se hubiesen conocido con anterioridad. De ser el caso del lector y quien escribe, posiblemente estaremos de acuerdo en que bastaría una comunicación donde se intercambiaran muy pocos datos para que se llegase a establecer la “sintonía cognitiva”, es decir, que sin lugar a dudas estuviésemos seguros de que se está hablando de un mismo objeto, evento o situación.

Usando los términos de la Teoría Estadística del Aprendizaje, a la que nos habremos de referir poco más adelante, podríamos decir que en esas condiciones bastaría con que el primer experto aportara un pequeño conjunto de datos como “ejemplos de entrenamiento” para que el segundo infiriese, con grandes posibilidades de acertar, una

“distribución de probabilidades” representativa de aquello a lo que su interlocutor se está refiriendo. Tal “distribución de probabilidades” correspondería al conjunto de “hipótesis” que el segundo experto usa para validar el «modelo» que, como un referente posible, supone implícito en lo que el primero dice. Es evidente que la situación propuesta en este ejemplo sería diametralmente opuesta a la condición del novicio ante una situación novedosa y con todo por comprender.

La percepción de alguien que observara la conversación entre los expertos podría corresponder, en el sentido de que hablan o no de lo mismo, con la percepción de quienes conversan. En todo caso, ante la duda, el observador podría solicitar a los expertos confirmación de que sucede lo que está suponiendo.

Una demanda de confirmación semejante representaría el requisito de diseño fundamental para el instrumento que nos interesa desarrollar, sería un elemento para la rúbrica. En el momento de aplicar el instrumento para evaluar su propia condición, el aprendiz tendría que haber aprehendido el significado de aquello que el experto comprende.

Durante una conversación, los interlocutores estarían intercambiando turnos en el proceso de comprender lo que cada quien propone con relación al tema de la misma. Cada uno de ellos tendría que validar paso a paso lo que le parece comprender. La efectividad del ambiente de enseñanza–aprendizaje se estaría evaluando tras la recepción de cada mensaje, aunque la confirmación no se recibiría sino hasta el siguiente mensaje, cuando menos. En algunos casos este proceso de validación podría requerir de varios mensajes.

§ Competencia de quien supera el nivel de comprensión previo.

Hemos señalado el doble papel del «modelo», como «meta» y como «indicio», al analizar en el capítulo 2 la definición de «conocimiento» que estamos tomando como

base<sup>74</sup>. Tales consideraciones han sido puestas en juego en la reflexión anterior. Hay que destacar una diferencia sutil en relación con la prueba. En caso de tratarse de un proceso inductivo, tanto el entendimiento como la prueba estarían siempre a cargo del receptor del mensaje, porque la prueba debe confirmar que el entendimiento existe. Si se tratara de un proceso deductivo, la prueba, ahora referida a la lógica del contenido, tendría el carácter al que Byers (2007) se refiere, debiendo aportarla quien propone el argumento... corriendo el riesgo de no lograr más que un acuerdo relativo al grado en que la argumentación resulta convincente. La tesis central del presente trabajo se basa en esta distinción, y como veremos en seguida, es una pieza medular del mecanismo para la evaluación que el diseño de nuestro instrumento propone.

La regulación de las condiciones en que se desarrolla un proceso de enseñanza–aprendizaje en ciencias, ingenierías o tecnologías requiere distinguir dónde radica la prueba de la lógica del contenido y dónde, la prueba de la lógica del proceso de comunicación<sup>75</sup> en que se sustenta.

El cumplimiento de la condición que hemos impuesto sobre la doble vía en la “recompensa” se manifestará en la certeza, para las dos partes, de que se está superando el nivel previo de comprensión y un nuevo territorio para la indagación queda al descubierto dentro del dominio de conocimiento específico. Esto tendrá que hacerse patente como un mejoramiento en la capacidad de «interpretación» al afrontar otros problemas similares<sup>76</sup> y como aliciente para un ejercicio de la reflexión más amplio.

#### § Detección de indicadores a través de la rúbrica.

Tal como hemos propuesto, la adquisición del conocimiento asociado con el proceso de desarrollo del instrumento puede cuantificarse vinculando la noción de «flujo de

---

<sup>74</sup> Cf. Capítulo 2, p. 24

<sup>75</sup> Antes que en Shannon (1948) y la “lucha por la entropía, o la lucha por la energía disponible” de Boltzmann (1886) es posible rastrear esta lógica en la “lucha por la existencia” que Charles Darwin (1859) desarrolla siguiendo al economista Thomas Malthus (1798) en “la lucha por comida y techo”.

<sup>76</sup> Nótese que la noción corresponde a lo que en Pedagogía se denomina «transfencia».

información» con la noción de la «zona de desarrollo próximo» (Vygotsky, 1978, p. 86). Si el concepto en cuestión puede considerarse dentro de la categoría de “tiene sentido” recibirá, por ejemplo, la etiqueta de “+1”. Si el concepto puede considerarse dentro de la categoría de “no tiene sentido” recibirá la etiqueta “-1”.

Tenemos que asumir entonces, que el diseñador y el aprendiz son capaces de reconocer esa clase particular de experiencia, de naturaleza casi estética, la «certeza inmediata», en su proceso de aprendizaje<sup>77</sup> porque la habrán experimentado con anterioridad.

De cualquier modo, será necesario cerciorarse de que ambos han desarrollado la destreza necesaria para identificar tal evento y el medio adecuado para ello consiste en la demostración, a través de su comportamiento ante una interrogante en el ejercicio de la reflexión<sup>78</sup>, que culmine con la sugerencia de un camino que efectivamente lleve a resolverla.

Aquí tenemos la pauta para el diseño de los reactivos que se incluirán en la rúbrica: dada la «competencia» por desarrollar, se requiere determinar el comportamiento esperado ante la interrogante. La noción de “penalización” viene a complementar el diseño, con los valores ponderados correspondientes a las condiciones de “falso aceptado” y “falso rechazado”, el costo asociado a la posible hipótesis equivocada. No hay que olvidar que la “medida del error” debe ser definida por el usuario, así que si en el caso de la evaluación formativa la responsabilidad recaerá en el dominio del aprendiz, en la elaboración de la rúbrica lo hará en el dominio del diseñador.

---

<sup>77</sup> ¿Dèjà vu? Esta es la clase de experiencia que Henri Poincaré denomina «certeza inmediata» (1904) . Equivale a aquello que Arquímedes manifestaba al exclamar: ¡Eureka! y que Richard Feynman describió así: “A medida que nuestra experiencia se expande hacia regiones más y más salvajes, de vez en cuando tenemos estas integraciones donde todo se junta, unificación que a su vez resulta más simple de lo que parecía antes” (1981 entrevista BBC). En la tradición budista se le denomina *ekaggata* y es el cuarto factor de la *upaniijhyana*, o contemplación intensa del objeto (Anuruddha, 1999, p. 249).

<sup>78</sup> Cf. (Dewey, J., 1989, p. 30)

En resumen, visualizaremos el aprendizaje como un algoritmo que nos permite determinar alguna solución para el problema que ha dado origen a la disonancia en nuestra cognición. La solución se desarrolla paso a paso a lo largo de un proceso en el que el aprendiz ensaya cada vez una hipótesis para resolver el enigma que lo ha motivado, operando de principio a fin, ejemplo tras ejemplo, en un ejercicio reiterado de categorización, de toma de decisiones e inferencia. Por su parte, en el fenómeno de la «certeza inmediata» encontraremos una integración del conocimiento, que se manifiesta en algún momento imprevisible durante el ensayo, desencadenando una “concatenación” de intuiciones que generaliza cierto entendimiento peculiar. De ahí que en lo sucesivo habremos de considerar el conglomerado de ejercicios individuales como una vía apropiada para la didáctica, y a la «certeza inmediata» como un indicador inequívoco de que se ha logrado una «meta» de aprendizaje. La forma en que el aprendiz ensaya sus hipótesis, buscando que de ahí resulte la solución para el enigma en turno, constituye el algoritmo de aprendizaje que está en proceso de desarrollo. La eficacia de este proceso es la principal preocupación en nuestro diseño.

#### § Evaluación formativa y aprendizaje a partir de los datos.

Con base en esta definición ahora nos preguntamos si en principio sería posible definir un procedimiento de medición para evaluar el intangible que nos interesa. Analizando la definición encontramos que la clave para darle tal uso está en que «el acto o comportamiento puede interpretarse como dirigido a la consecución de una meta». Si la «meta» del comportamiento es el «conocimiento», lo que se está buscando es un «modelo» que explícitamente hemos definido como «meta» del «conocer». Pero también hemos observado que implícitamente el «modelo» puede ser un «indicio» para dirigir el esfuerzo por «conocer». De ahí que, de ser posible la construcción de un procedimiento de medición, el criterio aplicable buscaría maximizar determinado margen dentro del cual habrá de darse un proceso de clasificación –por ejemplo, en la «zona de desarrollo próximo» (Vygotsky, L. , 1978, p. 86)– sujeto a las restricciones impuestas por determinado «comportamiento intencionado» propio de quien pretende adquirir el «conocimiento».

El problema para el diseñador del ambiente consiste en crear condiciones adecuadas para que el aprendiz logre optimizar el valor de una función objetivo, que indirectamente corresponde a la efectividad del proceso de enseñanza–aprendizaje, en un contexto cuya reacción total al cambio<sup>79</sup> habrá de caracterizarse, desde la perspectiva del docente, como un «comportamiento intencionado» y donde el valor de tal función tendrá que ser ponderada desde la perspectiva del aprendiz.

El «comportamiento intencionado» del “blanco” puede resultar tan difícil de predecir como el del sistema cognitivo del aprendiz en el proceso al que el mentor trata de dar mayor efectividad. Ya no se digan el aspecto afectivo y la actitud. De ahí que tenga sentido apoyar la «interpretación» del proceso en la estructura formal de una máquina estadística con capacidad para el entrenamiento, de características similares a las del “predicador”.

“Para ser capaz de actuar inteligentemente, un sistema que está en un ambiente cambiante debería tener la capacidad para aprender. Si el sistema puede aprender y adaptarse a tales cambios, su diseñador no necesita prever y proveer soluciones para todas las situaciones posibles”. (Alpaydin, E., 2010, p. 3)

Si por «comportamiento intencionado» se entiende aquél que está dirigido a lograr una «meta» y «meta» es “la condición final en que un objeto alcanza una correlación definida, en el tiempo o en el espacio, con respecto a otro objeto o evento” (citado por Galison, P., 1994, p. 249), entonces, cuando el objeto es «un aspecto del proceso que representa aproximadamente su comportamiento» el aprendiz estará buscando (es decir, se comportará intencionalmente tratando de lograr) que la representación aproximada que corresponde al proceso que su hipótesis supone alcance una condición final (de éxito en la validación). Esta condición final, que el aprendiz intuye con base en el comportamiento observado al poner en práctica su hipótesis, tiene que satisfacer una correlación de valor estándar, predefinida sobre una escala de medición.

---

<sup>79</sup> Cf. Van der Hoek & Wooldridge, 2003, pp. 133 – 157.

Enfocando con la lente de la «comunidad» y expresándolo en términos operacionales, cada vez que se plantea la tarea de desarrollar determinados ejercicios de entrenamiento, el diseñador ha de *estar en condiciones de movilizar los recursos requeridos para asegurar la efectividad del proceso de enseñanza–aprendizaje en el aula*. Desde la perspectiva del aprendiz, resolver el problema que esos ejercicios de entrenamiento plantean significa *estar en condiciones de movilizar los recursos requeridos para asegurarse de haber logrado una explicación al enigma que el planteamiento sugiere* (Travis, J., 2008, p. 3).

Extendamos con nuestra imaginación el ejercicio que Dewey propone, al que nos hemos referido en la sección 3.1, sólo que ahora visualizando el proceso a partir del momento en que existe la intención de construir el mapa. El ejercicio en el capítulo anterior nos permitió contrastar las nociones de «proceso» y «resultado», dos de los elementos estructurales básicos del modelo holístico que venimos aplicando al evaluar la calidad. Nos interesa ahora ver cómo pueden establecerse las condiciones adecuadas para reconocer en la misma estructura los «insumos» y los «productos». Examinaremos a continuación algunas relaciones entre rasgos peculiares evidentes y la representación de los mismos que es plasmada en el mapa, buscando identificar «insumos» y «productos» a partir de la sinergia desplegada por ellos cuando se los moviliza.

Tanto la «representación» del «conocimiento» que el “cartógrafo” plasma sobre el mapa, como el «modelo» que el “piloto” elabora a partir de «datos» que extrae del mismo, pueden considerarse equivalentes (Sánchez-Sandoval, R., 2006, p. 9). En sentido estricto, todo mapa es un instrumento útil para navegar a través del espacio que representa. En el foco de las operaciones del “cartógrafo” y el “piloto” está el «posicionamiento» de rasgos peculiares pertinentes al “territorio”, en el caso del primero, y a su «representación», en el caso del segundo, sobre la «estructura» de referencia definida para el documento de común acuerdo por ambos operadores.

Medir significa, en su más simple acepción, comparar y esta operación puede adoptar como unidad de medida cualquier objeto, bien sea del entorno, o procedente de la memoria. Así que, ante la facilidad con la que la noción de «mapa» puede trasladarse más allá del dominio físico, tenemos que observar que en esta definición no sólo cabe la metáfora sino que su transformación es una práctica común. Hay que observar entonces cómo en la intención de la tarea, en su propósito, es donde la distinción fundamental entre los procesos aludidos se hace evidente, incluso mereciendo cada uno de ellos una etiqueta distinta: codificación y decodificación. Desde el punto de vista de nuestra indagatoria no hay motivo para discutir en torno a si la equivalencia antes mencionada se sostiene o no, ya que las premisas de asertividad de las que partimos asumen que la intención de la tarea es conocer cómo se navega, es decir, cómo se determina el «posicionamiento» relativo del «signo» y su «significado» con la mayor exactitud posible, cualquiera que sea el sentido en que la operación se aborde: cartógrafo–navegante, o diseñador–aprendiz.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el número de ejemplos que incorporaremos al diseñar los ejercicios de entrenamiento no tiene que ser tan grande, como es el caso en el aprendizaje de máquina. Para justificar este argumento podemos suponer que el número de recorridos de exploración necesarios para elaborar el mapa podría reducirse si el cartógrafo contase con algún soporte adicional, p. ej., un sistema de posicionamiento global, o un banco de datos de fotografía aérea. De cualquier modo, integrar la situación de enseñanza–aprendizaje que nos interesa requerirá desplegar cierta cantidad de estos ambientes “cartógrafo–navegante”. Más adelante nos avocaremos a analizar cómo sería posible determinar su número. Con la incorporación de tales instrumentos al reservorio de «insumos» es posible mejorar la eficiencia en la codificación y algo similar podría decirse respecto a la decodificación, en cuanto a la extracción de «resultados».

Al enfocar nuestra reflexión en torno al hecho de que cada «microambiente» tiene que ser apropiado a la tarea y al contexto en que el ejercicio se plantea, donde incluso para un mismo ejercicio de entrenamiento cada tarea del conjunto puede ser diferente,

resulta que el proceso de evaluación tiene que considerar más relevante el aspecto formativo que el sumario. Llegamos así a la conclusión de que la calidad del ambiente de enseñanza–aprendizaje cuyo desarrollo es objeto del proceso de diseño que nos ocupa tendrá que valorarse paso a paso. Pero esto no necesariamente significa que se tiene que evaluar cada «acción». En efecto, si lo que importa es la secuencia correcta de «acciones», el interés se enfoca sobre la «política» que conduce al «resultado» esperado. Una «acción» es buena si forma parte de una buena «política» y esto se manifiesta en el «resultado».

#### § Aprendizaje de una clase a partir de ejemplos.

Tras examinar a nivel de esquema aquello que el aprendiz tendrá que «observar» al entrenarse, el diseñador tiene que «interpretar» lo que ese entrenamiento propone, para «evaluar» las opciones que el aprendiz podrá considerar cuando aborde el ejercicio que se está preparando. En los términos de nuestra metáfora, el diseñador tiene que asegurarse de proveer la «humedad» suficiente a los datos «duros», para que las posibilidades del aprendiz en su tratamiento «cohesivo» mejoren.

Asumimos que en su afán por contar con un respaldo estructural estándar, que resulte aplicable para muchos de los ejercicios de entrenamiento que intenta proponer en el aula, el diseñador adopta la perspectiva de la Teoría Estadística del Aprendizaje. En el “aprendizaje a partir de ejemplos” el ejercicio de entrenamiento orientado a la “identificación de una clase” ofrece al aprendiz varios objetos, eventos o situaciones de un mismo tipo, que comparten algunos rasgos comunes, además de contener otros que los hacen distintos.

Podría tratarse, p.ej., del contenido de una red de pesca recién extraída del mar, donde se han atrapado peces de varias especies y tamaños. Suponiendo que hay interés por clasificar de alguna manera los elementos de una de las especies presentes en la red se requiere identificar primero los ejemplares de esa especie, separándolos de los demás.

Suponiendo que el criterio de clasificación es el tamaño de los ejemplares de la especie que interesa, el «observador» puede «interpretar» el conjunto de ejemplares como una distribución estadística en el dominio de esa variable. Entonces, dentro del universo de ejemplares existentes en la región del mundo donde se lleva a cabo la pesca, del cual el contenido de la red representa una muestra, la probabilidad de encontrar más o menos peces de determinado tamaño dependerá de factores tales como el lugar en que se realiza la pesca, la época del año en que la red se arroja al mar, o la presencia de otros pescadores dedicados a la misma tarea en los alrededores.

Imaginemos ahora que los peces en la red representan conceptos, relaciones entre conceptos cualesquiera, o una combinación de ambos. Si la muestra es enfocada con la lente de la «comunidad» en que se promueve el aprendizaje (Bransford, J. et al, 2000, p. 134), un docente perteneciente a ésta podría aportar el criterio de clasificación, o seleccionar los ejemplos; o bien, el docente podría recurrir a un grupo de “expertos” en ese dominio, a quienes se les mostrarían los objetos, preguntándoles si creen que el conjunto contiene ejemplos de la clase que el ejercicio pretende caracterizar<sup>80</sup>. Si el docente o los “expertos” identifican un objeto como perteneciente a la clase, el ejemplo es “positivo”. De otro modo, el ejemplo es “negativo”. En términos formales el objetivo de aprendizaje consiste en encontrar una «descripción» que resulte aplicable a todos los ejemplos “positivos” y no corresponda a ninguno de los “negativos”. Tal «descripción» corresponde a la regla de membresía de la clase de objetos.

Obsérvese que la descripción aplicable a la clase que el docente pretende caracterizar podría estar inicialmente definida en forma explícita, o no. La calidad de los ejercicios propuestos podría evaluarse previamente, en función de que la «descripción» pueda ser reconocida por los “expertos” en la materia a partir de los ejemplos.

Este ejercicio de entrenamiento puede aplicarse en dos formas. En la primera el aprendiz tiene que «predecir» si cada uno de los nuevos casos que se le presentan

---

<sup>80</sup> Los “expertos” también podrían encontrarse en la literatura de la especialidad. En cualquier caso, se recurre a ellos como quien acude a un “oráculo”.

pertenece o no a la clase representada por el conjunto de ejemplos “etiquetado” por los “expertos”. O bien, el aprendiz tiene que «sondear opinión», con el propósito de conocer qué es lo que las personas esperan de un objeto perteneciente a la clase representada por el conjunto de ejemplos “etiquetado” que ha examinado previamente. (Alpaydin, E., p. 21).

§ Funciones de membresía comunes, error y margen.

No es difícil ver que la situación de aprendizaje recién descrita es resultado de una abstracción del proceso de reconocimiento al que normalmente recurrimos en lo cotidiano, donde se descarta, por obvia, la cualidad que más evidentemente tienen en común todos los elementos de la especie evaluada: su contemporaneidad. En efecto, reconocer el objeto X en el paisaje que el investigador observa consiste en aprender cómo se identifica una clase a partir de los datos, donde la clase identificada no contiene más de un elemento. Partiendo de este hecho simple podemos multiplicar la situación y presentar el conjunto de ejemplos “positivos” y “negativos” como parte del mismo marco, para inducir el proceso de reconocimiento de determinado patrón de rasgos característicos.

Al identificar los «insumos» para el proceso de reconocimiento de clase podemos ver cómo van a destacar, en la descripción del objeto, sus rasgos característicos más relevantes, omitiéndose los demás por considerarse irrelevantes. Esta operación evidentemente implica un sesgo, un criterio con base en el cual se discriminan unos rasgos de otros. La parcialidad es inherente al proceso. En las palabras de Rodolfo Sánchez: “[...] no es posible hacer un mapa universal; no lo es porque tal mapa debería reflejar todas las visiones, todos los propósitos” (Sánchez-Sabdoval, R., 2006, p. 9).

En cuanto a la descripción de las variables características podemos distinguir en primer lugar aquellas que se identifican con un “sí” o un “no”, como ocurre con la pertenencia a la clase de pez en el ejemplo de la red, o la calificación de “positivo” o “negativo” asignada a los ejemplos incorporados al ejercicio de los “automóviles familiares”. Cuantitativamente, tales descripciones se expresan de la siguiente manera:

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \quad y = \begin{cases} 1 & \text{si } x \text{ es un ejemplo positivo} \\ 0 & \text{si } x \text{ es un ejemplo negativo} \end{cases}$$

$$(p_1 \leq \text{precio} \leq p_2) \cap (m_1 \leq \text{potencia} \leq m_2)$$

Otras descripciones cuantitativas igualmente posibles de las variables son los “rayos” positivos o negativos y los “intervalos”, donde la variable puede ser, respectivamente, mayor que cierto valor, menor que cierto valor, encontrarse dentro del intervalo entre dos valores, o estar fuera de ese intervalo<sup>81</sup>.

Con base en estas descripciones es posible definir un conjunto de nociones que nos sirven para especificar atributos de orden superior, delineando con mayor precisión los rasgos explícitos del objeto y la aproximación a la meta del proceso de aprendizaje. Nos referimos entonces a nociones tales como la “hipótesis más específica”, la “hipótesis más general”, el “margen”, la “duda” y el “espacio de version”<sup>82</sup>.

Simplemente, para concluir, cuando se trate de que nuestra hipótesis resulte aproximadamente correcta vamos a procurar que la probabilidad del error esté acotada por algún valor.

§ Operación de la máquina de estados discretos en la «interpretación».

Para estar en posición de «interpretar» lo que el diseñador «observa» en esas circunstancias, nos hemos propuesto representar la operación de construir nuevos conceptos aplicando el modelo de una máquina de estados discretos (Ashby, R., 1957, pp. 10 – 11)). De esta manera intentaremos apoyar la elaboración de nuevos conceptos siguiendo paso a paso el Ciclo de Aprendizaje (Atkin & Karplus, 1962) en su variante de las 5 E’s (Bybee, R. et al, 2006), adoptando como fuente de impulso para este proceso la noción del «desequilibrio cognitivo» (Piaget, J., 1977) que el conjunto de ejercicios de entrenamiento debe promover.

---

<sup>81</sup> Cf. Capítulo 2 de Abu–Mostafá, Y. (2012).

<sup>82</sup> Cf. Capítulo 2 de Alpaydin E. (2010).

Una “estadística” es cualquier valor que se calcula a partir de una muestra y es sobre la información que la muestra provee que la inferencia estadística apoya cada decisión. El aprendizaje a partir de los datos involucra alguna toma de decisiones y los datos con los que el aprendiz opera son casi siempre incompletos, porque a lo largo del proceso de observación son muchas las piezas que permanecen inaccesibles. El rango en la disponibilidad de los datos va desde aquellos que están en la memoria del observador, hasta el caso extremo donde éste toma la decisión arrojando una moneda al aire y la única variable conocida es el resultado final del proceso. Tiene sentido así, vincular el enfoque estadístico del aprendizaje con una serie de decisiones que avanzan paso a paso, conforme al modelo de Ross Ashby (1957). En tales condiciones, mientras la estadística provee el marco matemático para la elaboración de las inferencias, el seccionamiento de la secuencia conforme a los modelos cognitivos pertinentes, permite conducir de manera ordenada el análisis a lo largo del proceso.

#### § Regulación del juicio formativo mediante la evaluación de la calidad.

La calidad del proceso inductivo es el núcleo de nuestro diseño y como tal, requiere de un esfuerzo sostenido para asegurar su efectividad en todas las etapas tendientes a lograr la meta. La dinámica del proceso es regulada paso a paso mediante el juicio formativo que construimos con ayuda del modelo holístico para evaluar la calidad (Garduño, L., 1999). A medida que el desarrollo de su proceso avanza, el diseñador del ambiente de enseñanza–aprendizaje se pregunta cuál podría ser el «cambio» más adecuado para mejorar la «comprensión» del mayor número de aprendices. Este análisis enfoca el caso específico a través de alguna de “las cuatro lentes” del modelo HPL (Bransford, J. et al, 2000, p. 134), evaluando bajo el modelo del Triángulo (Pellegrino, J. et al, 2003, p. 44) el parámetro que va a explorar. Para ello toma como base una descripción “filtrada” que ha de elaborar conforme a la noción de la «génesis del conocimiento» (Piaget, J., 1977), adoptando “por defecto” el punto de observación donde el diseñador «observa» al aprendiz mientras éste procura resolver la «disonancia» que el proceso propuesto ha puesto en marcha. Al asumir que la noción transitará por etapas sucesivas de “asimilación” y “adaptación” en la mente del

aprendiz, un buen diseño procurará ubicar el contexto en que la génesis ocurre, lo más cerca posible del que caracteriza a la comunidad de práctica a la que el diseñador pertenece. Con el aprendizaje a partir de datos el aprendiz confronta una multiplicidad de opciones, en un proceso reiterado de decisiones racionales, tendientes a reducir un error que es inherente.

La «descripción» de la clase propuesta para el aprendizaje será compartida por todos los ejemplos positivos, en tanto que ninguno de los negativos la incluye. Las «descripciones» nos llevan a elaborar «modelos», pero estos necesariamente han de transitar por la metamorfosis de la «representación». El proceso de elaboración de una infusión de café sirve para ilustrar este tránsito. Los «insumos» para este «proceso» son variados: la clase, el tamaño y el tipo de grano de café; el ajuste en la temperatura; los tiempos de procesamiento; etc. Si la calidad de este «proceso» se evalúa en función de la satisfacción del cliente, la valoración del producto es de tipo cualitativo. Si, en cambio, los atributos del producto son descritos por un experto catador, quien los denomina con un nombre específico estandarizado, que los califica conforme a la escala de valores en un catálogo con reconocimiento internacional, es de tipo cuantitativo.

#### 4.4 Ejercicio con solución explícita.

Tiene sentido considerar que el aprendiz estará buscando un regulador, en tanto que el diseñador requiere varios. Para explorar cómo la combinación de distintos reguladores puede llevarnos a la integración de un modelo, pongamos en práctica una vez más nuestra herramienta de análisis, evaluando con el modelo HPL (Bransford, J. et al, 2000, p. 134) la diferencia que existe entre una prueba del grado de «competencia» y una prueba de la «capacidad para resolver», asumiendo que ante determinado tipo de problema específico en ambos casos es posible asociar el entrenamiento con la evaluación de tipo formativo.

Como caso ilustrativo consideremos el “ejercicio con solución explícita” al que con frecuencia recurren los libros de texto y en el que se solicita al aprendiz resolver un

problema, para que enseguida compare el resultado que ha sido capaz de obtener con la solución “correcta” que ahí mismo se le muestra. Sin duda podemos reconocer esta situación de “evaluación” en el contexto de nuestra “comunidad” de práctica, así que tenemos la seguridad de que las dos lentes correspondientes están en foco. Las otras dos, que enfocarán sobre el “aprendiz” y el “conocimiento”, tendrán que ser parte de la argumentación en nuestro análisis del caso. En un ejercicio de esta clase, bajo el esquema de «capacidad para resolver un problema» el aprendiz tiene que resolver uno de ellos y comparar el resultado, antes de estar en condiciones de verificar si conoce o no el procedimiento apropiado. Por otra parte, bajo el esquema de «competencia», el aprendiz experimenta la satisfacción de actuar con naturalidad en la solución del problema, siendo la comparación con el resultado del libro un trámite complementario de su proceso de aprendizaje.

Para evaluar hay que comparar, lo que implica observar las condiciones involucradas en el proceso bajo los distintos esquemas posibles. Cabe destacar que si bien en nuestro ejemplo sólo se consideran dos esquemas, en general las opciones podrían ser múltiples. Evaluar la diferencia existente requiere interpretar distintas observaciones, teniendo para ello que aplicar algún criterio, una norma o patrón de referencia. El modelo del Triángulo de la Evaluación (Pellegrino, J. et al, 2003, p. 44), operando dentro del marco del modelo holístico. (Garduño, L., 1999), nos ayuda al representar este proceso y es la herramienta que aplicaremos de manera reiterada en combinación con un conglomerado de modelos que son complementarios entre sí y que actúan como restricciones para conformar la propuesta buscada, moldeando la percepción del diseñador de tal manera que eventualmente consigue encontrar la “forma” apropiada en el diseño.

Con base en el resultado anterior propondremos una variante en la especificación, buscando caracterizar más formalmente la clase de programa de entrenamiento que consideramos preferible. Veremos cómo la teoría estadística del aprendizaje nos ofrece, efectivamente, una vía práctica para relacionar la diferencia conceptual entre

estas dos clases de ejercicio a través de expresiones algebraicas que pueden servir como fuentes de sugerencias durante el proceso de toma de decisiones.

Nuestra premisa fundamental es que el diseño de un ambiente de enseñanza–aprendizaje efectivo tiene que contar con un proceso de evaluación formativa, que lleve al experto a transitar desde la «postura unidisciplinaria» inherente a su formación profesional<sup>83</sup>, hasta la «competencia transdisciplinaria» que su pericia como diseñador requiere. Esta es una tarea en la que el pensamiento reflexivo desempeña un papel central y para llevarla a cabo hemos abordado el diseño de una práctica orientada a promover la «competencia» del aprendiz (de diseño) en la resolución de problemas de la misma clase. Es decir, nos interesa la solución de problemas de diseño que se ocupan de una práctica a través de la cual se espera que sea el propio aprendiz quien vaya reforzando su confianza al movilizar sus recursos para diseñar con efectividad.

El problema típico consiste en plantear condiciones adecuadas para que el aprendiz defina un “criterio de comportamiento” que le permita modelar con una representación cada vez más razonable elementos nuevos pertenecientes al conjunto de datos que sirven de base a su aprendizaje. Cuando la búsqueda de tal modelo se aborda simplemente a partir de la relación entre el resultado y el procedimiento que se ha seguido para obtenerlo, tal como ocurriría con un ejercicio “para aprobar”, “para pasar la prueba”, la evaluación no puede revelar más condiciones que las que el método de solución prescribe y si acaso, algún recurso memorístico. Esto puede verse en el ejercicio que es acompañado con una solución correcta explícita, donde la «meta» consiste en que el aprendiz compruebe por sí mismo, o rectifique, mediante una comparación, el resultado que ha obtenido al abordar un problema similar al que recién se le ha mostrado cómo resolver. En el mejor de los casos una situación de esta naturaleza implica que el marco conceptual ha sido previamente expuesto, analizado y comprendido, que el procedimiento para determinar la solución está a la vista junto con todos los argumentos en que se sustenta y que basta con que el aprendiz verifique si

---

<sup>83</sup> Aunque el argumento se refiere específicamente a la Geomática y el Análisis Espacial, tal como se especificó en el capítulo primero, la noción puede ser más amplia.

ha comprendido cómo proceder ante un reto de la misma clase, para asegurar el éxito del proceso.

Un breve análisis comparativo entre este “ejercicio con solución explícita” y el ejemplo del automovilista que recorre un barrio desconocido para llegar, con la asistencia del “software de navegación WAZE®”, a un lugar que el conductor reconoce, nos sitúa frente a al cuestionamiento de si la función objetivo “dentro de la muestra” es realmente aprendizaje... o tal vez podría serlo en la próxima ocasión.

Según el diagnóstico que venimos elaborando con «el aprendiz» situado en el foco del modelo HPL (Bransford, J. et al, 2000, p. 134), explicar el procedimiento e inmediatamente proporcionar un ejercicio para verificar el rendimiento no necesariamente hace que el aprendiz desarrolle la «competencia» requerida para responder al reto. Esto resulta especialmente cierto cuando la práctica se realiza en forma aislada y no como parte de un plan de entrenamiento integrado dentro de una estructura coherente con nociones de mayor amplitud. Con tal práctica se promueve un aprendizaje memorístico, o la postura relativamente cómoda de quien aprende a echar mano del “manual de diagnóstico”, el “recetario”, cada vez que se le presenta un problema que ni siquiera está seguro de saber identificar. ¿Cómo podemos, entonces, identificar los rasgos o características que singularizan y hacen peculiar esas metas educativas? Habría que comparar los rasgos de una práctica de esa naturaleza, con los del aprendizaje que se plantea en un contexto donde lo que cuenta son los indicios de actividad intelectual directamente relacionada con el modelado del problema. En esas condiciones cabría preguntarse ¿cuáles son los elementos comunes en una serie de ejercicios adecuados para el entrenamiento orientado hacia la comprensión de determinada noción?

En el capítulo anterior derivamos la siguiente premisa a partir de nuestra definición básica para el término «conocimiento»:

*El aprendizaje presupone la existencia de un proceso cuyo significado se sugiere al entendimiento del aprendiz a través de un comportamiento. El aprendiz responde al estímulo realizando un conjunto de observaciones que luego combina con alguna creencia<sup>84</sup> o conocimiento previo, para finalmente construir una representación en la que logra embonar una interpretación razonable del objeto, evento o situación, después de validarla frente a distintos atributos del mismo.*

Empecemos por caracterizar los elementos básicos, las piezas individuales que intervienen en la construcción de los objetos cuya operación vamos a evaluar, recurriendo al modelo HPL (Bransford, J. et al, 2000, p. 134) enfocado sobre el «conocimiento». Es posible visualizar los resultados de los procesos de inferencia que ocurren en la “asimilación” y el “acomodamiento”, mediante los cuales el aprendiz busca restablecer el “balance cognitivo” (Piaget, J., 1977), como conjuntos de naturaleza estadística que de alguna manera forman parte de un sistema, es decir, son objetos interrelacionados. Esta clase de dispersión no sólo ocurre con las hipótesis que el proceso de pensamiento reflexivo genera para someterlas a prueba. También los productos de la «observación», los datos de entrada de los que el pensamiento se hace cargo en la etapa previa, pueden verse como conjuntos de naturaleza estadística.

§ Función de crecimiento y dicotomías.

Al seleccionar cualquiera de las hipótesis que los procesos de inferencia generados durante la “asimilación” le han aportado, el aprendiz se encuentra en una condición de incertidumbre. Es posible que haya elegido “por ejemplar”, “por prototipo”, o recurriendo a un “árbol de decisiones”, pero de una u otra manera el aprendiz no tiene la seguridad de estar en lo correcto. Así que, a fin de resultar adecuados para el entrenamiento orientado hacia la comprensión de determinada noción, uno de los elementos que

---

<sup>84</sup> “No es necesario insistir en la importancia de la creencia. Abarca todas las cuestiones acerca de las cuales no disponemos de un conocimiento seguro, pero en las que confiamos lo suficiente como para actuar de acuerdo con ellas, y también cuestiones que ahora aceptamos como indudablemente verdaderas, como conocimiento, pero que pueden ser cuestionadas en el futuro, de la misma manera que ocurrió con lo que en el pasado se tenía por conocimiento y hoy ha quedado relegado al limbo de la mera opinión o del error”. (Dewey, J., 1989, p. 24)

deberán tener en común los ejercicios de una serie será la cualidad de sugerir un conjunto más o menos numeroso de hipótesis factibles, tanto al combinarlos en un grupo, como al considerarlos por separado. Esta indeterminación da como resultado lo que se denomina “error dentro de la muestra” ( $E_{in}$ ).

Obsérvese que cuando el aprendiz cuenta con un «modelo» que le permite «resolver» el problema planteado por el ejercicio de entrenamiento, tiene un conjunto de hipótesis que le es posible aplicar exitosamente en combinación con el conjunto de datos de entrada, donde el éxito radica en la validación de la hipótesis.

En la medida en que el nivel de éxito en la validación de sus hipótesis varía, el «modelo» del aprendiz difiere del correspondiente a la «función objetivo», con lo cual aumenta el error “fuera de la muestra”. Podemos ver cómo la «efectividad del proceso» está inversamente relacionada con la discrepancia entre el error “dentro de la muestra” y el error “fuera de la muestra”. Es muy importante no confundir el error “fuera de la muestra” ( $E_{out}$ ) con la calificación que corresponde a la comprensión lograda por el aprendiz.

La discrepancia entre los dos valores del error,  $E_{in}$  y  $E_{out}$ , se denomina “error de generalización”, magnitud que puede caracterizarse como una cota probabilística expresada mediante la “desigualdad de Hoeffding”:

$$P [ |E_{in} - E_{out}| > \epsilon ] \leq 2 e^{-2\epsilon^2 N}$$

Esta desigualdad define la probabilidad de que el “error de generalización” no supere cierto valor límite de tolerancia ( $\epsilon > 0$ ) y está acotada por una función exponencial decreciente, dependiente de  $\epsilon$  y el número  $N$  de ejemplos aportados por el ejercicio de entrenamiento. La “desigualdad de Hoeffding” se aplica a una sola hipótesis, así que la pregunta es ¿qué sucede cuando se considera el efecto simultáneo de varias hipótesis?

Evidentemente, este aspecto del proceso es relevante porque el número de ejemplos que tendremos que preparar tiene un peso en el diseño. ¿Qué relación existe entre el número de ejemplos  $N$  y los parámetros del modelo que el aprendiz tiene que construir

para resolver el enigma? Los parámetros corresponden al número de grados de libertad del modelo. La dimensión VC es equivalente a los grados de libertad “binarios”.

Si los ejemplos de entrenamiento a los que vamos a proveer tienen una cantidad de rasgos relativamente pequeña (descripciones cortas) y algunos traslapes en la información que aportan, es decir no difieren demasiado entre sí, estaremos dentro de los supuestos de la “función de crecimiento”.

La “función de crecimiento” se define para un número de hipótesis diferentes que el conjunto  $H = \{h_1, h_2, \dots, h_N\}$  permite poner en práctica, pero sólo sobre una muestra finita de puntos y no sobre la totalidad del espacio de datos de entrada  $X$ .

En el marco de ideas de la Teoría Estadística se plantean dos preguntas acerca del aprendizaje que son fundamentales: ¿podemos estar seguros de que el error en el desempeño  $E_{in}$  está cerca de  $E_{out}$ ? Esta cuestión es teórica, puesto que  $E_{out}$  es desconocida. La segunda pregunta es: ¿podemos estar seguros de que el error en el desempeño  $E_{in}$  es cercano a “cero”? Esta sí es una cuestión de aplicación práctica. Con base en la desigualdad de Hoeffding, la Teoría Estadística del Aprendizaje nos da una aproximación de  $E_{out}$  a partir de  $E_{in}$ , en el aprendizaje de máquina (Abu-Mostafa, Y. et al, 2012, p. 40):

$$E_{out} \leq E_{in} + \sqrt{\frac{1}{2N} \ln\left(\frac{2M}{\delta}\right)}$$

Esta desigualdad se denomina “límite de generalización” porque acota  $E_{out}$  en los términos de  $E_{in}$ . En el aprendizaje activo el aprendiz elige acciones y realiza búsquedas que influyen sobre los datos que se incorporan a su conjunto de entrenamiento, con la intención de reducir tiempo y costo en la obtención, o en la generación de ejemplos de entrenamiento «etiquetados». Con una estrategia de muestreo selectivo el aprendiz recibe un conjunto numeroso de ejemplos no etiquetados, con opción para que proceda a etiquetar algún subconjunto de ellos. Dado que cada «etiqueta» tiene un costo el aprendiz hará un esfuerzo por elegir el subconjunto que maximice la exactitud en la clasificación. Para ello, estima el error esperado como una probabilidad y elige los

ejemplos que posiblemente minimizarán el aumento en este error, como resultado de futuras opciones.

Aún si se comparasen las características de un objeto, evento o situación que hemos observado y la descripción que alguien hace del mismo, tomando como base la representación más fiel (a nuestro juicio) que le hayamos proporcionado, es muy posible que resulten varias discrepancias en la descripción. La percepción, las creencias, la interpretación de los datos y los deseos filtran y contaminan el proceso.

La sugerencia de la Dra. Carmen Reyes alienta al diseñador a esforzarse por desarrollar esta habilidad:

“De hecho, las posibilidades en el uso de modelos matemáticos como auxiliares en la investigación y en la solución de problemas específicos sólo están limitadas por la habilidad del investigador en la aplicación de las herramientas existentes y el desarrollo de nuevas”. (Reyes, C., 1986, p. 17)

En el presente capítulo vamos a ensayar la aplicación de este modelo matemático como auxiliar para la interpretación en el proceso de evaluar casos concretos. Abordaremos el diseño del ambiente adecuado para lograr un objetivo de aprendizaje en el contexto de un curso propedéutico de epistemología del posgrado en Geomática. Vamos a suponer que, en función de su experiencia, el docente ha seleccionado un conjunto de ejemplos para el entrenamiento del grupo en un dominio de conocimiento específico relacionado con el concepto de la “abducción”. Se trata de un objetivo complejo y el docente ha detectado una posibilidad considerable de que existan concepciones equivocadas entre los alumnos, de modo que ha tenido que elegir un conjunto más o menos numeroso de casos para aportar al aprendiz los «indicios» pertinentes.

La teoría y los algoritmos del aprendizaje de máquina están muy desarrollados para el caso lineal<sup>85</sup>, donde los datos representados como puntos sobre un plano pueden separarse mediante una línea recta. Como hemos visto, es posible aplicarlos a los problemas típicamente no lineales del mundo real, recurriendo al artificio conocido como “el truco *kernel*”, una transformación que lleva los datos disponibles para el entrenamiento a un “espacio de configuración”<sup>86</sup> con tantas dimensiones como sea necesario para obtener allá un “hiperplano” que los separe (Nguyen, Q., 2011).

En el capítulo 3 vimos que la «explicación» se ha definido como una «transformación», desde el punto de vista de la Lógica. Si se desarrolla el paralelismo que el término “transformación” sugiere, se hace evidente una manera de vincular la actividad que este concepto y el “espacio de configuración” proveen al «clasificar». Lo que un *kernel* hace es mapear los datos en un “espacio de configuración” de tal manera que sobresalgan sus posiciones relativas. Un «estimador» con estas características debería detectar la relación entre el grado de aglomeración resultante en ese espacio y la denominación de clase que corresponde a cada conglomerado. Dicen Cristianini y asociados:

“Alternativamente, los *kernels* podrían considerarse como ‘oráculos’ o ‘expertos’ opinando que dos puntos dados pertenecen o no a la misma clase” (Cristianini, N. et al, 2000)

Las propiedades matemáticas de la función *kernel*<sup>87</sup> permiten garantizar la existencia del “espacio de configuración”, cuyas propiedades están definidas por la “condición de Mercer” (Mercer, J., 1909):

(1) el producto interno es simétrico, es decir, el producto tiene la propiedad conmutativa;

---

<sup>85</sup> El algoritmo del clasificador lineal fue propuesto por Vapnik en 1963.

<sup>86</sup> En 1992 Boser, Guyon y Vapnik sugirieron una manera de crear clasificadores no lineales aplicando el “truco del kernel” (propuesto por Aizerman et al.) a los hiperplanos de margen máximo. Espacios de Hilbert.

<sup>87</sup> *Kernel* literalmente significa *núcleo*.

(2) la métrica (matriz) de los *kernel* sobre todos los productos del conjunto de datos es positiva semidefinida, es decir, la matriz debe resultar mayor o igual que cero.

$$\begin{bmatrix} K(x_1, x'_1) & K(x_1, x'_2) & \cdots & K(x_1, x'_N) \\ K(x_2, x'_1) & K(x_2, x'_2) & \cdots & K(x_2, x'_N) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ K(x_N, x'_1) & K(x_N, x'_2) & \cdots & K(x_N, x'_N) \end{bmatrix}$$

La Dimensión VC es un rasgo característico que se define con relación al conjunto de hipótesis que intervienen en una pesquisa. Corresponde al mayor número de dicotomías que es posible separar en el conjunto de datos con la hipótesis H sobre cualquier conjunto de N puntos. (Abu–Mostafa, Y. et al, 2012, p. 50).

Plantearíamos el problema de diseño en los siguientes términos: el diseñador «competente», al llegar a este punto en su análisis del tema, se preguntaría ¿cuántos ejemplos de entrenamiento son suficientes?

Es posible definir una “función de crecimiento”  $m_H(N)$  si en lugar de contar los elementos de conjunto de muestras se cuentan “dicotomías”, donde una “dicotomía” es cada distinción entre dos categorías a las que pueden pertenecer los elementos del conjunto de muestras.

Si en lugar del coeficiente M se sustituye la “función de crecimiento”  $m_H(N)$  y si esta función es polinómica, la posibilidad de generalizar a partir de un conjunto finito de ejemplos crece, porque la epsilon es pequeña y la exponencial es negativa, de manera que a pesar de que N crezca, el término exponencial resulta más pequeño cada vez. El indicador se denomina “punto de corte” y es el que corresponde al exponente de 2 que define el conjunto de tamaño K que ya no puede ser dividido siguiendo el patrón de la función de crecimiento  $m_H(K)$ . Entonces, podemos pensar en un filtro que separa dos

categorías y que dependiendo del patrón aplicado para discriminar tiene un “punto de corte” definido.

En forma sistemática habría que preguntarse ¿cuántas dicotomías es posible encontrar en este conjunto de hipótesis, tomando como base la que se está evaluando? La “función de crecimiento” (Abu–Mostafa, Y. et al, 2012, p. 42) se define para un conjunto de hipótesis H así:

$$m_H(N) = \max_{x_1, \dots, x_N} |H(x_1, \dots, x_N)|$$

donde el símbolo  $|\dots|$  denota la cardinalidad (el número de elementos) de un conjunto.

Para nuestro proceso de enseñanza–aprendizaje la condición importante es que si la dimensión VC es finita resulta que la hipótesis final que logremos va a ser generalizable hacia la «función objetivo» que no se conoce.

## 4.5 Número de ejemplos y validación

### § Validación cruzada.

Habrá que revisar analíticamente las características de estas máquinas frente a los requisitos de nuestro diseño<sup>88</sup>, para cerciorarnos de que sus principios fundamentales resultan aplicables para el caso que nos interesa y, sobre todo, para familiarizarnos con el significado<sup>89</sup> que es posible asignar a cada aspecto del cálculo en nuestro contexto. La idea es aprovechar su descripción formal como un andamiaje que el docente sobrepondrá de manera provisional al proceso, durante las operaciones de «interpretación», a medida que el diseño sigue al modelo del “triángulo de la evaluación” (Pellegrino J., et al, 2003).

El número de ejemplos, o el número de “dicotomías”, tiene otro aspecto que hay que considerar. La validación requiere separar una parte de los datos contenidos en la

---

<sup>88</sup> Cf. Schohn & Cohn (2000) Less is more. Para la selección de un conjunto mínimo de ejemplos.

<sup>89</sup> Cf. Bousquet et al (2003).

muestra. Por ejemplo, en la “validación cruzada” el conjunto de datos de entrada se divide en diez partes, de los cuales se toma una para la validación y las restantes se usan para el entrenamiento; luego se va tomando cada una de las nueve para estimar el error en 1/10 y se compara con el usado para validar, de tal forma que al final se conoce la estimación del error obtenida sobre 9/10 de los datos. De esta manera se incluyen los 10 (N) ejemplos al ponderar el error estimado.

La validación es el método de justificar la elección del modelo y el parámetro en cada aplicación del algoritmo.

## 4.6 Evaluando un recurso versátil

Es posible asumir que se cumplen ciertas restricciones iniciales al desarrollar el instrumento evaluatorio que permitirá al diseñador optimizar la efectividad del proceso educativo a su cargo.

Atendiendo razones de índole práctica hemos considerado, entre las más generales, las siguientes:

- (1) que el ambiente estará centrado sobre determinados contenidos específicos;
- (2) que el diseñador es experto en ese dominio del conocimiento;
- (3) que los recursos del diseñador pueden cuantificarse con un grado de exactitud aceptable, tanto en relación con las condiciones particulares del grupo de alumnos, como los recursos pedagógicos disponibles para abordar la solución del problema.

En un escenario optimista, las condiciones iniciales particulares serán definidas por el propio docente. Se estima más importante proveer soporte al desarrollo de ejercicios para el entrenamiento y el diseño de rúbricas. Así que a partir de la premisa de que el docente es un especialista con amplio dominio en la materia, pero que careciendo hasta cierto punto de un entrenamiento formal tendiera a replicar procedimientos pedagógicos

heredados de sus propios maestros, este trabajo procura promover el conocimiento del instrumento a través de la reflexión y la síntesis enfocadas sobre tales aspectos.

Asociado con la pericia en la materia está un conjunto de competencias que la persona ha de mostrar en su diseño del ambiente, como proveedor de ejercicios para el entrenamiento, que faciliten el acceso a nuevas nociones y procedimientos, y como redactor de descripciones que sirvan de base para elaborar las rúbricas complementarias del proceso educativo. Los ejercicios no necesariamente han de ser creaciones originales, ya que la posibilidad de encontrarlos en la literatura siempre existe. Desafortunadamente, en relación con las rúbricas es muy difícil contar con una facilidad de acceso semejante, debido a las diferencias individuales.

En cuanto a la metodología de indagación, asumiendo que el diseñador ha elegido aplicar el modelo holístico (Garduño, L., 1999) para asegurar la calidad a todo lo largo del proceso, resulta indispensable satisfacer de manera consistente esa definición de calidad, empezando por enumerar un conjunto de características que permitirán singularizar el objeto, como son los rasgos del proceso y la forma en que están vinculados unos con otros.

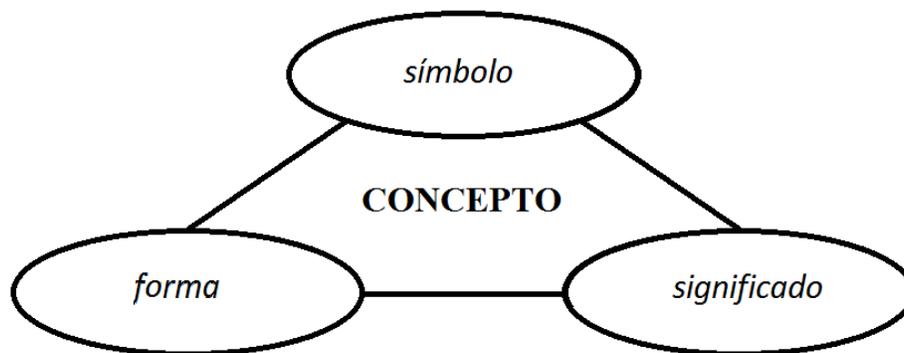
Mientras se mantiene constante esta línea de comportamiento, la trama del plan estratégico que estamos siguiendo se descompone a lo largo de su eje longitudinal en tres etapas, que corresponden a los vértices del triángulo de evaluación (Pellegrino J. et al., 2003). En el Capítulo 3 la caracterización de la dualidad se sugiere de una manera indirecta, partiendo de la noción de ambigüedad, tal como podría resultar de un proceso de «observación». Allí mismo, luego de un ensayo en torno al enriquecimiento que esos productos pueden proveer al proceso interpretativo viene la «descripción» de un conglomerado de modelos, de los que se servirá nuestro proyecto para extraer reglas y especificaciones mediante la comparación sistemática entre los rasgos del objeto y su representación a través de esos modelos.

En el Capítulo 4 la dualidad opera en el dominio de la «interpretación». El problema es abordado desde la perspectiva particular del «comportamiento intencionado» (Wiener, N., 1947), para mostrar que el recurso es igualmente aplicable cuando se evalúa el proceso desde el punto de vista del diseñador o el del aprendiz. Esto se deriva de que en ambos casos es posible identificar la «representación» de la «estructura» que el «observador» asocia con el «modelo» mental del «proceso». Recordemos que el «proceso» corresponde al «cambio en el sistema», donde el «sistema» es el conjunto de objetos que al relacionarse constituyen el ambiente de enseñanzaje–aprendizaje.

#### § Teoría del modelado para la cognición.

La extensión al dominio cognitivo de la noción de «modelo» que la Teoría del Modelado (Hestenes, D., 2010, pp. 17 – 25) propone, permite aplicar una vez más la misma forma simbólica para conducir el proceso constructivo de nuestro diseño, orientado ahora a la elaboración del conjunto de ejercicios que han de facilitar el entrenamiento.

Al incluir en esa descripción las nociones de «resistencia» y «renuencia» se plantea la posibilidad de la aplicación simultánea de la dualidad, estableciendo una relación entre insumos y resultados. Con tal propósito se subraya la diferencia entre estas nociones, describiendo sus efectos sobre cada etapa de la operación como un par acoplado de factores relevantes dentro del modelo integral.



32 *Figura 4.1 Forma simbólica de un concepto*

Conforme al modelo del “Triángulo de la Evaluación” (Pellegrino, J. et al, 2003), para «conocer» un objeto primero se le debe «observar» y luego, «interpretar» los rasgos que lo caracterizan. Sólo así es posible evaluarlo. Nuestra destreza en estos procesos puede verse fortalecida con la aplicación de la noción de dualidad, que nos permite tamizar la percepción de enormes conjuntos de rasgos, que a menudo se relacionan en formas bastante complejas, contribuyendo a elaborar una representación coherente de aquello que pretendemos «conocer».

Por otra parte, al considerar en particular a la dualidad operando en el dominio de la «interpretación» es posible estimar el efecto que en ambos sentidos provoca cualquier decisión tomada por el agente que provoca o experimenta el cambio. En nuestro caso, por ejemplo, podría operar tanto en el proceso de diseño como en la solución de un ejercicio de entrenamiento asociado al mismo.

#### 4.7 Desarrollo de la pericia

La teoría para la resolución de problemas de David Jonassen difiere del acercamiento tradicional que generaliza la aplicación de un mismo tipo de abordaje para problemas de diversas clases. Para él los procesos de resolución varían con el tipo de problema.

Para clasificar los problemas Jonassen observa cinco características externas como indicadores clave: su estructuración, el contexto, la complejidad, la dinamicidad y la especificidad en el dominio (Jonassen, D., 2011, p. 6).

Es posible identificar un problema poco estructurado en distintas categorías. El resumen de la Figura 4.2 muestra la clasificación que David Jonassen (2011) propone, basándose en un criterio que contempla los siguientes aspectos.

Tipo de problema	Componentes del caso	Habilidades cognitivas
Historieta típica	Problemas, ejemplos elaborados, analogías.	Esquema del problema, analógica, causal, cuestionamiento, argumentación, modelado.
Toma de decisiones	Problemas, casos de estudio, experiencias previas, perspectivas alternativas.	Causal, argumentación, modelado, estimulación mental (construcción de escenario).
Detección de falla y diagnóstico	Problemas, experiencias previas.	Causal, argumentación, modelado.
Comportamiento estratégico	Problemas, experiencias previas, simulaciones.	Esquema del problema, analógica, causal, simulación mental (construcción de escenario).
Análisis de políticas	Problemas, casos de estudio, experiencias previas, perspectivas alternativas.	Analógica, causal, cuestionamiento, argumentación, modelado.
Diseño	Problemas, experiencias previas, perspectivas alternativas.	Causal, argumentación, modelado.

33 *Figura 4.2 Tipos de problemas (Jonassen, D., 2011, p. xxv)*

Podría optarse por ésta u otra posibilidad (Jonassen, D., 2011). Es cuestión de decisión. Así que para continuar con nuestro ejemplo e ilustrar la dualidad diseñador–aprendiz ante un caso de detección de falla y diagnóstico podemos considerar situado el estado de nuestro análisis en cualquier etapa del proceso, siguiendo el modelo de una máquina de estados discretos (Ashby, R., 1957), como resultado de combinar la idea del “diseño en retrospectiva” (Wiggins y McTighe, 1998), asumiendo que como diseñadores del ambiente de aprendizaje enfrentamos una condición de falla en particular, caso en el que a la vez podríamos situarnos en la condición del aprendiz. De manera simultánea es posible suponer que el grado de competencia del experto en la materia se ubica en determinado punto de la escala (Dreyfus & Dreyfus, 1980) mostrada en la Figura 4.3.

Etapas en el desempeño	Rasgos de comportamiento típicos
Novicio	El ambiente tiene que descomponerse en <i>rasgos situacionales</i> independientes del contexto, de tal manera que el principiante pueda reconocerlos sin necesidad de alguna experiencia previa. El principiante recibe <i>reglas</i> para determinar una acción sobre la base de esos rasgos. Para mejorar, necesita monitoreo, por auto-observación o retroalimentación del instructor, a fin de ajustar su comportamiento conforme a la regla.
Competente	La competencia viene tras considerable experiencia enfrentando situaciones reales, en las que el aprendiz nota o el instructor señala patrones recurrentes (o <i>aspectos</i> ) de componentes significativos <i>situacionales</i> . <i>Lineamientos</i> que el instructor puede formular tratan todos los aspectos como igualmente importantes y procuran integrar tantos aspectos como sea posible.
Experimentado	El aprendiz experimentado todavía requiere algún principio analítico (regla, lineamiento o máxima) para conectar su noción de la situación general con la acción específica. Sin embargo, por primera vez la visión completa de cada situación adquiere el significado de su relevancia para el logro de la meta general a largo plazo. Una perspectiva particular se organiza y guarda en la memoria para el reconocimiento de situaciones similares en el futuro.
Perito	El perito ha alcanzado la etapa final, en la cual el repertorio de situaciones experimentadas es tan vasto que normalmente cada situación específica dicta una acción <i>intuitivamente</i> apropiada.
Maestro	El perito es ahora capaz de experimentar momentos de intensa absorción en su trabajo, durante los cuales su desempeño trasciende el alto nivel usual. No sólo ya no requiere atender a los principios, sino que deja de prestar atención consciente a su comportamiento. Toda la energía que antes usaba para aquel monitoreo ahora es utilizada en producir la perspectiva apropiada y su acción asociada.

34 Figura 4.3 Comportamientos observables en la pericia. (Dreyfus y Dreyfus, 1980).

Uno de los modelos, desarrollado para el entrenamiento de pilotos militares, es el “modelo Dreyfus de adquisición de destrezas” (Dreyfus & Dreyfus, 1980).

“En la adquisición de una destreza mediante la instrucción y la experiencia, el estudiante normalmente pasa a través de cinco etapas de desarrollo que designamos como noviciado, competencia, fluencia, pericia y maestría. Con base en minuciosas descripciones de la adquisición de destreza argumentamos que a medida que el estudiante se adiestra depende menos de los principios abstractos y más de la experiencia concreta.” (Dreyfus & Dreyfus, 1980).

Dreyfus y Dreyfus (1980, p. 1) parten de analizar descripciones de cambios en la percepción del ambiente donde se desarrolla la tarea, reportados por aprendices en proceso de adquirir una destreza compleja –en ese caso, pilotear una aeronave– para proponer una caracterización abstracta del proceso normal dirigido de adquisición de destreza. Se obtiene así un escenario específico, al cual se aplicaría la metodología que hemos descrito en el capítulo anterior.

Una vez que hemos dado una respuesta justificada a esta pregunta podemos proceder a la búsqueda de los recursos disponibles para darle solución a problemas de esta clase.

En los dos capítulos anteriores hemos considerado varias razones para aplicar la teoría estadística del aprendizaje en combinación con la base de conocimiento descrita en el segundo capítulo. Sin embargo, hay que reconocer que el enfoque prevaleciente hasta ahora en esa tarea ha sido el correspondiente al diseñador del ambiente de enseñanza–aprendizaje.

Ciertamente, como lo hemos venido reiterando, el diseñador siempre lleva consigo un aprendiz. Pero a pesar de lo deseable que la condición de “aprendiz de por vida” puede ser, si se deja al azar es muy probable que el docente se deje llevar de manera espontánea por las creencias de ese aprendiz al emprender el diseño de un ambiente de enseñanza–aprendizaje, cayendo en el supuesto que ha dado origen al presente estudio.

Una revisión crítica de su propia competencia por parte del docente es fundamental para que pueda apartarse de la postura «unidisciplinaria» en la enseñanza, entendida como la réplica de un esquema que posiblemente ha resultado exitoso en el caso personal, pero carece de garantía al ser trasladada a cualquier otra circunstancia. El aprendiz que todo diseñador lleva dentro puede diferir mucho del aprendiz al que su diseño ha de dirigirse.

Nuestra indagación no se ha propuesto acudir a la vía del Psicoanálisis, que bien podría resultar válida, sino que aborda el problema a partir de los datos referentes al aprendizaje humano accesibles tanto de la literatura especializada como de manera inmediata en el aula, valorando desde una perspectiva holística la efectividad del ambiente que el docente desarrolla sistemáticamente.

Hemos partido de suponer que el aprendiz no acude al aula atraído por alguna característica singular del docente, tal vez genial, admirable, de conversación locuaz, convincente, o capaz de dar las explicaciones más sorprendentes y detalladas.

En lugar de eso, en el mejor de los casos el aprendiz espera contar con el soporte de un experto, alguien que transpira conocimiento sobre la materia, que probablemente va a desplegar ante el grupo un conjunto de datos y ejemplos a partir de los cuales cada quien empezará a desarrollar su capacidad para inferir acertadamente, y a medida que el número de oportunidades de aplicar esa destreza crezca, se hará más y más competente.

§ La «falsa generalización» como un resultado erróneo de la «interpretación».

Nos hemos propuesto buscar una solución que permita al educando ser quien se esmere por alcanzar las metas de aprendizaje definidas por el docente, en lugar de abordar el problema con un diseño de índole deductiva, evitando la “prueba estadística de la hipótesis nula” (NHST). De ahí que la reflexión tiene que quedar circunscrita al proceso de evaluación, acudiendo a un modelo holístico (descriptivo y explicativo/reflexivo) que permita evaluar la calidad del instrumento en el terreno donde va a aplicarse. Esto nos lleva al “análisis profundo de lo obvio” (Villaverde M., comunicación personal, 2013) en el proceso de enseñanza–aprendizaje y a la evaluación sistemática del tratamiento que habremos de darle.

Con el uso frecuente de ciertas formas simbólicas en torno a las cuales se elaboran argumentos y descripciones que constituyen ejemplos de aplicación, esta narrativa

procura evaluar lo que ocurre en cada una de las etapas del Ciclo de Aprendizaje, tras el efecto de cada acción previamente determinada por el diseño. Desde luego que el origen de esa determinación no habrá sido producto del capricho, sino que la acción estará dirigida a lograr los objetivos de aprendizaje que el «diseño en retrospectiva» nos habrá llevado a definir. De aquí la importancia de contar con tales objetivos y, por consiguiente, de aplicar el procedimiento correspondiente a ese modelo (Wiggins y McTighe, 1998). El ejemplo de la navegación por la gran ciudad con ayuda de WASE® nos permite ilustrar cómo el problema puede separarse en dos grandes aspectos: la necesidad de contar con objetivos definidos, indispensables para poner en marcha el proceso y señalar el momento en que ha concluido, y todo el resto de la estructura indagatoria, incluyendo los algoritmos utilizados para la búsqueda de posibles rutas y su ponderación, así como la necesidad de haber identificado un terreno adecuado para valorar el grado de «cercanía» logrado en la consecución de los objetivos.

Para evaluar el objeto hay que «conocerlo», lo que requiere de haberlo «observado» y haber «interpretado» los datos recolectados. En los tres momentos, al observar el estado inicial, al decidir lo que haremos y al observar el efecto de esta acción, nuestra capacidad de interpretación se apoya sobre el artificio que enseguida vamos a describir.

Conduciremos nuestro análisis con base en el modelo del Triángulo (Pellegrino, J. et al, 2003), enfocando el área de observación según sea el caso, conforme al modelo HPL de las cuatro lentes (Bransford, J. et al, 2000). Al tomar como base una combinación del modelo de las 5 E's (Bybee, R. et al, 2006) y la máquina de estados discretos (Ashby, R., 1957), es posible seccionar la observación en etapas bien definidas. El objetivo general del dispositivo consiste en elaborar una representación del proceso de enseñanza–aprendizaje conforme el modelo de «conocimiento» de Driankov y asociados (1996), que a continuación será evaluada mediante el modelo holístico para la calidad (.Garduño, L., 1999).

Al aplicar el modelo holístico se empieza por determinar la relevancia del atributo que se pretende evaluar. El procedimiento que hemos propuesto para evaluar su relevancia

es muy complejo, porque opera en el dominio de la “zona de desarrollo próximo” (Vygotsky, L., 1978, p. 86) con variables latentes, tales como la creencia y el entendimiento, junto con las variables manifiestas más evidentes, buscando ponderar cuantitativamente sus efectos y las relaciones entre ellas. Sin embargo un ejemplo como el del conductor que navega con la asistencia de la aplicación WASE® puede servir de puente para la “asimilación”.

§ Estrategia para adoptar un criterio para la evaluación.

La estrategia de adoptar un criterio fijo, ya sea adquirido por el propio docente a través de su experiencia, a través de la investigación, o examinando los resultados de un tercero, merece un examen minucioso. A pesar del grado de dificultad asociado, aparentemente resulta preferible la flexibilidad de un criterio dinámico vinculado con la naturaleza más bien «húmeda» del proceso. En cualquier caso es recomendable adoptar una postura crítica, acompañándola con algún procedimiento que permita garantizar la aplicación de una norma al determinar el grado de aproximación cualquiera que este sea. Veamos cuáles podrían ser algunos de ellos.

La hipótesis que el evaluador considera podría referirse al nivel de relevancia de cualquier factor constitutivo del ambiente. Este valor dependería del peso que se asigna a cada uno de los rasgos que lo describen y se hacen intervenir en el proceso de evaluación (que irá multiplicado por la dimensión que ese aspecto tenga en el caso evaluado) y la dimensión relativa del umbral.

El problema también podría abordarse como un proceso de toma de decisiones. Aquí el aprendiz enfrenta una situación novedosa que despierta su curiosidad, ante la cual responde a partir de un estado cognitivo que surge de un acervo de creencias “operantes” en el comportamiento del individuo. Inmerso en estas creencias, el acervo de conocimientos “efectivos” del aprendiz es parcialmente observable en el seno de un contexto teñido por ellas. Un conjunto de ejemplos de entrenamiento apropiado, que el

ambiente le provee, le permite aplicar sus habilidades indagatorias y construir algún cambio conceptual.

Otro modo de abordar la solución del problema consiste en evaluar el error en la estimación de las hipótesis “dentro de la muestra”, calculando promedios estadísticos de la diferencia entre la hipótesis y la función correcta correspondiente a los datos específicos. Esta puede modificarse entonces, asumiendo blancos “ruidosos”, para transformar la función correcta en una función probabilística condicional. Los ejemplos para el entrenamiento se generarían a partir de esta función condicional para el objetivo asumiendo una distribución de probabilidad desconocida también para la entrada.

La situación del mentor es similar a la del entrenador deportivo durante los ejercicios de práctica con el equipo, cuando su intervención consiste en llamar la atención del jugador hacia determinada forma de responder ante determinado comportamiento en el ataque o la defensa del equipo rival. El entrenador visualiza el desenvolvimiento de los dos equipos en la medida en que su experiencia personal y el estar fuera de la cancha se lo permiten y desde esa perspectiva es que propone a cada jugador un comportamiento que posiblemente ha de resolver favorablemente el problema que su equipo enfrenta. El equipo aprende así a identificar las debilidades y tendencias del rival, para aprovechar este conocimiento a su favor, de modo que a la larga y una vez que cada jugador ha practicado la respuesta apropiada ante cada situación, su destreza se habrá desarrollado hasta el grado de convertirse en un comportamiento natural exitoso.

Buscando la perspectiva del “entrenador” procuremos ver en el siguiente ejemplo cómo plantea y resuelve John Dewey un problema poco estructurado. En “Cómo pensamos” Dewey se refiere al factor capital del pensamiento, ilustrando esa función por la cual una cosa significa otra y nos conduce a considerar hasta qué punto puede concebirse como garantía de la creencia en la otra. El ejemplo sugiere cómo hay que hacer una distinción entre “pensar en algo más” al percibir y “considerar la posibilidad y la naturaleza de la conexión entre el objeto percibido y el objeto sugerido”.

Dice Dewey:

“El problema relativo a la adquisición de hábitos de reflexión correctos sería mucho más sencillo si las diferentes modalidades de pensamiento no estuvieran imperceptiblemente relacionadas entre sí. Hasta aquí hemos tenido en cuenta ejemplos más bien extremos de cada clase, a fin de desbrozar el camino. Invirtamos ahora la operación y consideremos un caso de pensamiento rudimentario, entre el cuidadoso examen de la evidencia y un mero e irresponsable flujo de fantasía. Imaginemos un hombre que camina en un día caluroso. El cielo estaba claro la última vez que él lo había observado; pero ahora advierte, a pesar de estar más atento a otras cosas, que el aire es más fresco. Se le ocurre que probablemente llueva; al levantar la vista ve una nube negra que está ocultando el sol y a continuación aprieta el paso. ¿A qué se puede llamar pensamiento en esta situación, si es que hay algo que merezca tal nombre? Ni el acto de caminar, ni la percepción del frío, son pensamiento. Caminar es una orientación de la actividad; mirar y percibir son otras modalidades de la actividad. Sin embargo, la probabilidad de lluvia es algo *sugerido*. El caminante *siente* frío; primero *piensa* en las nubes, luego mira y las percibe, y más tarde piensa en algo que no ve: una tormenta. Esta *posibilidad sugerida* es la idea, el pensamiento. Si se cree en ella como en una auténtica posibilidad, estamos en presencia de la clase de pensamiento que se incluye en el ámbito del conocimiento y que requiere consideración reflexiva.

Hasta cierto punto, se produce la misma situación cuando alguien que mira una nube recuerda una cara o una figura humana. En ambos casos – el de la creencia y el de la fantasía – el hecho de pensar implica el de advertir o percibir, seguido de algo más que no se observa, pero que viene a la mente sugerido por lo percibido”. (Dewey, J., 1989, p. 26)

Encontramos aquí un bosquejo breve del contexto del problema de fondo, representado por la complicación de un proceso para adquirir hábitos de reflexión en medio de modalidades de pensamiento sutilmente mezcladas. El ejemplo propuesto para el entrenamiento, formal y específico, también lleva un contexto – el caminante que actúa,

siente y piensa. El ejemplo final advierte en forma vaga y mucho más amplia el contraste entre creencia y fantasía, para devenir luego en sugerencia.

#### 4.8 Tabla de contingencia para una historieta

Cuando el docente está en búsqueda de ejercicios para el entrenamiento, procura identificar un conjunto de dicotomías más o menos igualmente plausibles en los datos que cada ejemplo puede aportar. La finalidad es promover el desarrollo de hábitos de pensamiento y no, modos de acción. “El pensamiento es la transformación de una situación dudosa y desconcertante en una situación clara” (Dewey, J., 1989, p. 94).

Mientras el diseñador se pregunta ¿cuántos ejemplos se requieren? ¿qué características tienen que reunir? ¿cómo dosificar la dificultad o el factor de perplejidad en las tareas? el aprendiz tiene que encontrar un acertijo interesante.

“Toda auténtica educación *termina* en disciplina, pero *avanza* comprometiendo la mente en actividades que valen la pena por sí mismas” (Dewey, J., 1989, p.88).

La narrativa que sigue describe a grandes rasgos el contexto en que se desarrolla cierta noción que el docente pretende hacer accesible a los educandos, sin enunciar de manera enfática las relaciones más relevantes entre los elementos que la componen.

Cada una de las situaciones mencionadas es un tópico que los aprendices tendrán que investigar y discutir sustentando sus argumentaciones, primero en el aula y luego acudiendo a la literatura que el acervo de las referencias va a indicarles. De hecho, el ejemplo ya sugiere la necesidad de una búsqueda así en el proceso de indagar.

El autor de la base de datos de la que se han tomado las citas bibliográficas que se incorporan a este ejercicio de entrenamiento ha denominado al tema “El tesoro de La Capitana”. El título es, sin duda, un “indicio” de la solución para el problema que el ejercicio plantea. Sin embargo, el autor asevera que el verdadero tesoro no debe

valorarse en los mismos términos que los materiales que la carabela llevaba a bordo. Me consta que lo ha dicho, porque se trata de uno de mis hermanos<sup>90</sup>.

El lector está invitado a poner en práctica las capacidades a las que el proceso de diseño de este instrumento ha hecho referencia. Tal vez le interesaría identificar cuál podría ser el verdadero tesoro al que esta narrativa poco estructurada alude.

A diferencia del anterior, este ejemplo es aplicable a una serie de sesiones en las que el mentor procura promover el desarrollo de destrezas para la investigación, y no, imponer una manera lógica de pensar. No olvidemos que el propósito de este entrenamiento es facilitar el acceso al dominio de conocimiento propio de una comunidad de práctica científica orientada a la cibernética de segundo orden y el análisis geoespacial.

En términos generales, algunas de las cuestiones de búsqueda podrían ser las siguientes: ¿Cuál es la hipótesis que más probablemente determinó los datos que el ejercicio provee? ¿Cuál es la hipótesis más plausible según los datos que es posible extraer de estos ejemplos? ¿Cuál es la probabilidad de que estos datos aporten información valiosa, dada esa hipótesis?

El objetivo del ejercicio corresponde a la plausibilidad de que esa hipótesis, la elegida por el aprendiz, sea la que en realidad ha determinado la selección de los ejemplos por el diseñador.

El material que sigue no se presenta al aprendiz siguiendo un orden cronológico, ni respetando estructura alguna, como no sea la de una pila de fichas reunida por el investigador docente conforme las citas de interés han sido seleccionadas y empezado a clasificar. Contiene 37 fichas y 6 mapas, con uno o varios datos, todas relacionadas entre sí, aunque la relación entre ellas no siempre es la misma. Algo parecido podría decirse con referencia a la verosimilitud de los datos, por tratarse de tantas y tan diversas fuentes, con distintos grados de cercanía, en tiempo y en distancia, a los

---

<sup>90</sup> Dávila-Flores, J. D. (2014)

hechos que cada una describe. Hay que destacar la similitud que existe entre esta tarea y la del investigador que reúne material para sustentar algún argumento.

La efectividad del trabajo requerido para lograr la meta (o metas) de aprendizaje puede ser mayor en la medida en que se aprovechen los recursos que hemos analizado.

§ El Tesoro de la Capitana.

La Capitana llegó a La Habana el 23 de agosto de 1519, se dice que para tomar bastimentos e indios, antes de navegar por una ruta no usada y muy peligrosa hacia la cual se sale por el norte de la isla. Llevaba abundante oro y riquezas. En esa carabela viajaban Francisco De Montejo, Alonso Fernández Puerto Carrero, el piloto mayor Antón de Alaminos, un piloto maestro y marineros.

He aquí un fragmento de la carta que dirigió Diego Velázquez De Cuellar, Gobernador de la isla Fernandina (Cuba) al Rey Carlos I de España (Carlos V de Alemania, de mayo de 1520 en adelante) en octubre de 1519:

“... Llegáronme cartas del cabo de esta isla abajo, a donde toman la derrota para las dichas tierras, de cómo en veinte y tres días de agosto había llegado a un puerto, que está escondido en el dicho cabo de esta isla, una carabela, y que era la que yo fice nombrar y señalar en la dicha armada por la capitana, y dentro de ella el piloto mayor de la armada, que desde que hice descubrir aquellas tierras le he traído siempre muy salariado y pagado a su ventaja y voluntad, y con él el mismo maestro y marineros que en la dicha mi carabela yo envié, y que de gente de tierra o pasajeros que se pudieron conocer venía un Francisco de Montejo y otro Alonso Fernández Puerto Carrero; y que llegados al dicho puerto, tomaron luego un español, que estaba en una estancia cerca del puerto, y juramentáronle que no los descubriese, y tomaron de la dicha estancia todo el pan, cazabe y puercos, y todos los otros mantenimientos que pudieron y cuarenta botas de agua, e hurtaron ciertos indios de los desta isla que estaban en la dicha estancia e metiéronlo todo en el dicho navío; y juramentado el dicho español, mostráronle mucha parte del oro y riquezas que en la dicha carabela llevaban, y mostrado, como se salió el español, hácese a la vela y siguen su viaje por la parte del norte desta isla y por

navegación no sabida ni usada y muy peligrosa, que tomado el parecer de otros pilotos y marineros que aquí están, llevan el más escondido y peligroso viaje que acá se ha navegado, como personas que iban huyendo y que llevaban lo que traían hurtadamente...

... Ido el dicho navío segund e como a Vuestra muy Ilustre Señoría he hecho relación, fue tanta la cantidad de oro que el dicho español vio en la dicha carabela, que con juramento que hizo confiesa que vio tanto, que cree que iba lastrada dello, y da señas de doscientos y setenta o trescientos mil castellanos arriba, que vio, y ciertas piezas y cosas señaladas que llevaban, de todo lo cual yo hice hacer probanza con abtoridad de juez y ante escribanos, y la envió a Su Alteza (Martínez, J. L., 1993, pp. 91 – 92)

Hernán Cortés funda la Villa Rica de la Vera Cruz. Todos los integrantes de la armada se ayuntan en Cabildo y acuerdan enviar a España procuradores llevando inventario que supera el quinto real.

“... Habiendo pues el capitán Hernando Cortés calado algo de la tierra, acordó de fundar una nueva población en la cual, echado el principio y tomado su sitio, le puso por nombre y le llamó la Rica Villa de la Vera Cruz. Y puesto en ella alcaldes y regidores y otros oficios, el dicho capitán general don Hernando Cortés, el concejo, justicia, regidores y tenientes de la dicha villa, acordaron de enviar a España dos procuradores a la reina doña Juana y al rey don Carlos su hijo, nuestros señores, con las primicias en nombre de Sus Altezas a conquistar...” (Cortés, H., 1994, pp. 4 – 5).

“... y humildemente suplicamos a vuestras mercedes reales altezas que así en esto como en todas las otras mercedes en nombre de este Concejo y villas les fueron suplicadas por parte de los dichos procuradores, nos las hagan y manden conceder y que nos tengan por sus muy leales vasallos como lo hemos sido y seremos siempre y el oro y plata y joyas y rodela y ropa que a vuestras reales altezas enviamos con los procuradores, demás del quinto que a vuestra majestad pertenece, de que suplica Fernando Cortés en este Concejo les hacen servicio, va en esta memoria firmada de los dichos procuradores, como por ella vuestras reales altezas podrán ver. De la Rica Villa de la Veracruz, a 10 de julio de 1519 años...” (Cortés, H., 1994, pp. 24).

“... Proveyó luego enviar a Castilla procuradores, que fueron, a los dichos Alonso Puerto Carrero, de Medellín, tierra de Cortés, y a Francisco de Montejo, natural de Salamanca, como dije, los cuales llevasen aquel presente arriba dicho, y diesen noticia al Rey de aquella tierra, gente y riquezas della..” (Las Casas, B., 1997, pp. 497).

“... Para procuradores que fuesen a Castilla [a] Alonso Fernández Puerto Carrero y a Francisco de Montejo, porque ya Cortés le había dado sobre dos mil pesos por tenerle de su parte; y se mandó apercibir el mejor navío de toda la flota y con dos pilotos, que fue uno Antón de Alaminos, que sabía cómo habían de desembocar por el canal de Bahama, porque él fue el primero que navegó por aquel canal. Y también apercibimos quince marineros, y se les dio todo recaudo de matalotaje...” (Cortés, H., 1994; Díaz del Castillo, B., 1974, pp. 91)

“...y la noche que allí llegaron desde la nao echaron un marinero en tierra con cartas y avisos para Diego Velázquez, y supimos que Montejo le mandó que fuese con las cartas; y en posta fue el marinero por la isla de Cuba, de pueblo en pueblo, publicando todo lo por mí aquí dicho...” (Díaz del Castillo, B., 1972, pp. 93).

La furiosa corriente en la región de la Guanaja y la vieja ruta de retorno a España.

“... De la isla de la Guanasa y regiones de Yaya, Maia y Cerabaronno que están a la parte occidental de Veragua, dejó escrito Colón, su primer descubridor, haber encontrado tan furiosa corriente de proa, al recorrer de regreso aquellas costas en busca del oriente, que ni le fue posible en ocasiones echar la sonda sin que el adverso ímpetu la arrastrase, ni avanzar a veces en un día entero la distancia de una milla, aún llevando el viento de popa. Esta es la causa que con frecuencia obliga a los navegantes a dirigirse primero a Cuba, y finalmente, a la Española; a tomar luego el mar abierto, rumbo al norte, y encaminarse a España, de modo que los vientos boreales los ayuden a empujar sus naves, que por la ruta derecha no podrían en absoluto conducir...” (Mártir de Anglería, P., 1964, pp. 343)

“... Luego, navegando hacia Tierra Firme, por la ruta de Mediodía, llegaron a otras islas; aunque no tomaron tierra, sino es en la mayor, que se llamaba Guanaja, nombre que los que después hicieron cartas de marear, dieron a todas las islas Guanajas, que están 12

leguas de Tierra Firme, cerca de la provincia que ahora se llama Cabo de Honduras, aunque el Almirante la llamó punta de Caxinas...” (Colón, H., 1947, pp. 272)

“...Navegó el Almirante por la mencionada costa de Oreja a Poniente hasta el Cabo de Gracias a Dios, que fue llamado así porque, no habiendo desde la punta de Caxinas más de setenta días de caminar a la bolina, saliendo de una borda hacia el mar, y volviendo de otra a tierra, ganando muchas veces con el viento, y perdiendo con frecuencia, según era abundante o escaso en los rumbos que se hacían; es indudable que si no hubiera sido la costa de tan buenos surgideros como era, hubiésemos tardado más en pasarla; pero como era limpia y media legua de ella, tenía el mar dos brazos de fondo, y entrando en el mar, a cada legua de distancia crecía el agua otras dos, teníamos gran comodidad para dar fondo de noche, o cuando era muy poco el viento, por causa del buen fondo; de modo que si bien con dificultad, se pudo navegar aquel camino... Después, cuando a 14 de Septiembre llegamos a dicho Cabo, viendo que la tierra iba hacia Mediodía, y que con los vientos levantes que allí reinaban y nos habían sido tan contrarios, podíamos continuar cómodamente nuestro viaje, dimos todos muchas gracias a Dios. En memoria de esto, le llamó el Almirante, Cabo de Gracias a Dios...” (Colón, H., 1947, pp. 278 – 279).

Los procuradores llegan a Sevilla en Octubre de 1519, son detenidos y el tesoro es tomado por oficiales de la casa de la Contratación. En Abril de 1520, en Valladolid, los procuradores le presentan al rey la carta del cabildo de la Villa de la Vera Cruz.

“... Partiéronse en aquella nao que de los barrenos se escapó, del puerto del Peñón, que llamaron la Villa Rica, por el mes de julio de 1519; llegaron a Sevilla, creo, por Octubre...” (Las Casas, B., 1997, pp. 498).

“... Llegaron a Sevilla, creo, por Octubre, y como allí estuviese el clérigo Benito Martín, de vuelta para Cuba, hecho abad de aquella tierra, como se dijo arriba, entendió luego que Cortés se había alzado a Diego Velázquez, por lo cual los oficiales de la Contratación de Sevilla tomáronles todo el oro que traían, sin lo presente, que era 3,000 castellanos para su gasto, y otros 3,000 que Cortés enviaba para su padre...” (Las Casas, B., 1972, pp. 97).

“... Los oficiales de la dicha casa de la Contratación enviaron el presente a Valladolid, para que allí lo viese el Rey, que venía camino de Barcelona para se ir a la Coruña, ya electo Emperador, a embarcar para Flandes...” (Las Casas, B., 1997, pp. 498).

“... Los dichos procuradores y el piloto Alaminos que había sido piloto de todos los dichos tres descubrimientos de Francisco Hernández, Grijalva y Cortés, fueron a Medellín y tomaron a Martín Cortés, padre de Cortés, y todos con harta pobreza, porque los oficiales no les dieron sino pocos dineros para su gasto, fuéronse hacia Barcelona...” (Las Casas, B., 1997, pp. 498 – 499).

“... y partiéronse los procuradores de la dicha Rica Villa de la Vera Cruz vinieron a España, y llegaron a Valladolid en el principio del mes de abril del año de quinientos veinte en la Semana Santa, estando el rey don Carlos, nuestro señor, en principio de camino para Alemania a recibir la corona imperial; y presentaron a su Majestad lo que traían una carta que el cabildo, Justicia y regidores de la dicha Villa de la Vera Cruz escribieron a Sus Altezas, cuyo tenor es el siguiente...” (Cortés, H., 1994, pp. 24 – 25).

“... Las cuales cosas cada una de ellas según que por sus capítulos van declarados y sentados Alonso Puerto Carrero y Francisco de Montejo, procuradores susodichos, es verdad que las recibimos y nos fueron entregadas para llevar a sus altezas de vos Fernando Cortés, Justicia Mayor por sus altezas en estas partes, y de vos Alonso de Ávila y de Alonso de Grado, tesorero y veedor de sus altezas en ellas; y porque es verdad, firmamos de nuestros nombres. Fecho a seis días de julio de mil y quinientos y diez y nueve años. Puerto Carrero, Francisco de Montejo.

Las cosas de suso nombradas en el dicho memorial con la carta y relación de suso dicha que el Concejo de la Vera Cruz envió, recibió el Rey don Carlos nuestro señor, como de suso se dio en Valladolid en la Semana Santa en principio del mes de abril del año del Señor de mil y quinientos y veinte años...” (Cortés, H., 1994, pp. 24 – 25).

“... sabiendo en el camino que el rey era partido, viniéronse con la corte hasta llegar a la Coruña, y en este camino los cognoci yo...” (Las Casas, B., 1997, pp. 499).

“... El oro y las joyas y piedras y plumajes que se ha habido en estas partes nuevamente descubiertas después que estamos en ellas, que vos Alonso Fernández Puerto Carrero y

Francisco de Montejo, que vais por procuradores de esta Villa Rica de la Vera Cruz, a los muy altos excelentísimos príncipes y muy católicos y muy grandes reyes y señores la reina doña Juana y el rey don Carlos su hijo, nuestros señores, lleváis, son las siguientes: Primeramente una rueda de oro grande con una figura de monstruos en ella, y labrada toda de follajes, la cual pesó tres mil ochocientos pesos de oro. Y en esta rueda, porque era la mejor pieza que acá se ha habido y de mejor oro, se tomó el quinto para sus altezas, que fue dos mil castellanos que le pertenecía de su quinto y derecho real, según la capitulación que trajo el capitán general Fernando Cortés de los padres Jerónimos que residen en la Isla Española y en las otras, y los mil ochocientos pesos restantes, a todo lo demás que tiene a cumplimiento de los mil y dos-cientos el Consejo de esta villa hace servicio de ellos a sus altezas con todo lo demás que aquí en esta memoria va, que era y pertenecía a los de dicha villa...” (Cortés, H., 1994, pp. 24 – 25).

“...Figuraban entre éstos dos muelas de molino como de brazo, uno de oro y de plata la otra, macizas, de idéntica circunferencia y de 28 palmos; la primera pesaba 3800 castellanos, moneda áurea que, según he dicho ya, supera una cuarta parte al ducado. En el centro de la misma figuraba, como rey sedente en su trono, una imagen de a codo, vestida hasta la rodilla, parecida a un zeme, y con un rostro semejante al que entere nosotros sirve para representar los espectros nocturnos. El fondo lo constituían ramas, flores y follaje. La misma cara tenía la de plata y casi igual peso; ambas era de metal puro...” (Mártir de Anglería, P., 1964, pp. 429 – 430).

Por una ruta de navegación desconocida y peligrosa los procuradores llegan a Sevilla.

“...hácense a la vela y siguen su viaje por la parte del norte desta isla y por navegación no sabida ni usada y muy peligrosa, que tomado el parecer de otros pilotos y marineros que aquí están, llevan el más escondido y peligroso viaje que acá se ha navegado, como personas que se iban huyendo y que llevaban lo que traían hurtadamente...” (Martínez, J. L., 1993, pp. 92).

“... dizque aquella fue la primera vez que por allí navegaron; y en poco tiempo llegaron a las islas de la Tercera y desde allí a Sevilla.” (Díaz del Castillo, B., 1972, pp. 97)

“...paso en silencio por no causar fastidio en lugar de agrado a Tu Santidad, haciendo otro tanto con innumerables detalles acerca de los navegantes, de sus fatigas, pobreza, peligros, monstruos y adversidades, que por relación de los interesados pueden leerse en nuestro Real Consejo de Indias. De sus varias y múltiples informaciones, así como de cartas privadas, he recogido yo estas pocas noticias...” (Mártir de Anglería, P., 1994, pp. 431).

#### Alaminos viaja con Juan Ponce de León a La Florida.

“... Salía a tierra a tomar lengua, y posesión. Viernas a ocho hizieron vela, corrieron por la misma vía; y Sábado navegaron al Sur, quarta al Sureste; y navegando por el mismo rumbo, hasta los veynte de Abril, descubrieron unos Bohíos de Indios, a donde surgieron; y el día siguiente, yendo del borde de la mar todos tres navíos, vieron una corriente, que aunque tenían viento largo no podían andar adelante, sino atrás, y parecía que andavan bien; y al fin se conoció que era tanta la corriente, que podía más que el viento. Los dos navíos que se hallaban más cerca de tierra surgieron, pero era tan grande la corriente, que hazían rehilar los cables; y el tercer navío, que era bergantín, que se halló más a la mar, no devió de hallar fondo, o no conoció la corriente, y le deasabrazó de la tierra, y le perdieron de vista siendo el día claro, y co bonaza... Domingo ocho de Mayo doblaron en el cabo de la Florida, que llamaron cabo de corrientes, porque allí corre tanto el agua, que tiene más fuerza que el viento, y no dexa yr los navios adelante, aunque den todas las velas, sugieron de tras de un cabo, junto a un pueblo dicho Abaióa” (Kelley, 1991, pp. 42 – 44).

“...Envió pues por Capitán del navio a Juan Perez de Ortubia, y por piloto a Anton de Alaminos. Llevaron dos indios para pilotos de los bajos, porque son tantos, que con mucho peligro se puede andar por ellos, y partió este navío a diez y siete de Septiembre, y Juan Ponce otro día para su viaje, y en veinte y un días llegó a reconocer a San Juan, y fue a tomar puerto a la Bahía de Puerto Rico, a donde después de haber hallado Bimini, aunque no la fuente; llegó el otro navío con relación que era isla grande, fresca y de muchas aguas, y arboledas, y este fin tuvo el descubrimiento de Juan Ponce en la Florida...” (Kelley, 1991, pp. 49).

#### Francisco Hernández de Córdoba planea un viaje a las islas Guanajas, en 1517.

“...y concertamos con un hidalgo que se decía Francisco Hernández de Córdoba, que ya le he nombrado otra vez y era hombre rico y tenía pueblo de indios en aquella isla, para que fuese nuestro capitán, porque era suficiente para ello, para ir a nuestra ventura a buscar y descubrir tierras nuevas para en ellas emplear nuestras personas. Y para aquel efecto compramos tres navíos, los dos de buen porte, y el otro era un barco que hubimos del mismo gobernador Diego Velázquez, fiado, con condición que primero que nos lo diese nos habíamos de obligar que habíamos de ir con aquellos tres navíos a unas isletas que estaban entre la Isla de Cuba y Honduras, que ahora se llaman las Islas de los Guanaxes, y que habíamos de ir de guerra y cargar los navíos de indios de aquellas islas, para pagar con indios el barco, para servirse de ellos por esclavos... y buscamos tres pilotos, que el más principal y el que regía nuestra armada se decía Antón de Alaminos natural de Palos, y el otro se decía Camacho de Triana, y el otro piloto se llamaba Juan Álvarez, el Manquillo, natural de Huelva; y asimismo recogimos los marineros que habíamos menester y el mejor aparejo que pudimos haber, así de cables y maromas y guindalezas y anclas, y pipas para llevar agua, y todas otras maneras de cosas convenientes para seguir nuestro viaje...” (Díaz del Castillo, B., 1972, pp. 3 – 4).

Antón de Alaminos, quien siendo mozo y grumete había navegado con el Almirante Colón en 1502, sugiere a Francisco Hernández de Córdoba navegar hacia el Poniente.

“... aceptamos la presencia de Alaminos por primera vez en América en el cuarto viaje colombino...” (Varela, J., 1992, pp. 51)

“...y se hallaban con dineros sacados de las minas y de las otras granjerías, con la justicia que se ha dicho, juntáronse tres dellos, llamados Francisco Hernandez de Córdoba, harto amigo mio, Cristóbal de Morante y Lope Ochoa de Caicedo, y tractaron con Diego Velazquez que les diese licencia para ir á saltar indios donde quiera que los hallasen, ó en las islas de los Lucayos, aunque ya estaban, como arriba hobo parecido, destruidas, pero todavía creían poder topar, rebuscándola, algunos escondidos, ó de otras partes de las descubiertas... Hace Diego Velázquez Capitán de todos al dicho Francisco Hernández, porque era muy suelto y cuerdo, y harto hábil y dispuestos para prender y matar indios; llevaron por piloto a un marinero llamado Anton Alaminos, el cual, los tiempos pasados, siendo él mozo y grumete, había navegado y halládose con el

Almirante viejo, primero que descubrió las Indias, cuando descubrió a Veragua el año de 502. Partiéronse del puerto de Santiago, haciéndose a la vela, creo que, por fin del mes de Febrero el año 1517, por la banda o parte del Norte de la isla de Cuba, y llegaron al puerto que dice del Príncipe, donde tenía hacienda alguno o algunos de los armadores ó sus amigos, para tomar carne, y agua, y leña y otras cosas para su viaje; y estando allí, dijo el piloto Alaminos al capitán Francisco Hernández que le parecía que por aquella mar del Poniente, abajo de la dicha isla de Cuba, le daba el corazón que había de haber tierra muy rica, porque cuando andaba con el Almirante viejo, siendo él un muchacho, vía que el Almirante se inclinaba mucho á navegar hacia aquella parte, con esperanza grande que tenía que había de hallar tierra muy poblada y muy más rica que hasta allí, é que así lo afirmaba y porque le faltaron los navíos no prosiguió aquel camino, y tornó, desde el cabo que puso nombre de Gracias á Dios, atrás á la provincia de Veragua. Dicho esto, el Francisco Hernández, que era de buena esperanza y buen ánimo, asentándosele aquestas palabras, determinó de enviar por licencia á Diego Velazquez para que, puesto que iban á saltar indios y trerles a aquella isla, que, si acaso de camino descubriesen alguna tierra nueva, fuesen con su autoridad, como Teniente del gobernador que allí gobernaba por el Rey; el cual se la envió larga, como Francisco Hernandez, que la pidió, deseaba... Hiciéronse á la vela, llegan á la punta ó cabo de la isla que se llama el cabo de Sant Anton, desde allí andaban de día lo que podían, y bajaban las velas de noche, que llaman estar al reparo, por navegar por mar que no sabían, y por no dar en tierra ó bajos ó peñas de noche, industria de prudentes marineros; y finalmente, al cabo de cuatro días que habían, según su parecer, andado, con las paradas dichas, 70 ó 80 leguas, llegaron a una isla grande que los indios llamaban y llaman Cozumel..." (Las Casas, B., 1997, pp. 349 – 350).

Alaminos refiere su viaje con Ponce, a Joan de Grijalva durante la travesía de 1518.

"...y el piloto Alaminos se concertó y aconsejó con los otros dos pilotos que desde aquel paraje adonde estábamos atravesásemos a la Florida, porque hallaba por sus cartas y grados y altura que estaría de allí obra de setenta leguas, y después de puestos en la Florida dijo que era mejor viaje y más cercana navegación para ir a la Habana que no la derrota por donde habíamos venido, y así fue como lo dijo, porque según yo entendí, había venido con un Juan Ponce de León a descubrir la Florida, habría ya catorce o quince años, y allí en aquella misma tierra le desbarataron y mataron al Juan Ponce, y en

cuatro días que navegamos vimos la tierra de la misma Florida, y lo que en ella nos acaeció diré adelante... Llegados que fuimos a tierra cerca de un estero que estaba en el mar, el piloto Alaminos reconoció la costa y dijo que había estado en aquel paraje, que vino con un Juan Ponce de León, cuando vino a descubrir aquella costa, y que allí les habían dado guerra los indios de aquella tierra y que les habían muerto muchos soldados...y trajimos un clérigo que se decía Juan Díaz, natural de Sevilla; y los dos pilotos que antes habíamos traído, que se decían Antón de Alaminos, de Palos, y Camacho, de Triana, y Juan Alvarez el Manquillo, de Huelva, y otro que se decía Sopena, natural de Moguer... y en cada navío su piloto, y por piloto mayor Antón de Alaminos y las instrucciones por donde se habían de regir, lo que debían hacer..." (Díaz del Castillo, B., 1972, pp. 11 – 12).

#### Viaje de Sebastián Caboto a las costas de Labrador en 1498 [¿?].

"...En este caso se encuentra un tal Sebastián Caboto... [que] armó a sus expensas dos naves en la propia Inglaterra, y dirigiose hacia el norte... hasta encontrar en pleno mes de julio enormes masas de hielo que sobrenadaban en el mar; el día era casi de 24 horas, y la tierra estaba libre de haberse licuado el hielo. Viose obligado... a cambiar de rumbo y encaminarse al oeste, pero cayendo al mediodía, porque la costa se recurvaba hacia el sur hasta casi igualar en latitud el estrecho de Hércules, y solo avanzó hacia occidente, cuando estuvo a la altura de la Isla de Cuba... Recorriendo aquellas costas... dice haber encontrado las mismas, pero suaves corrientes, de agua en dirección a occidente, que los castellanos cuando navegan por sus regiones meridionales... por necesidad, es preciso concluir que entre ambas tierras existen varias aberturas que ofrecen un camino a las aguas que corren de oriente a occidente... estas aguas, en mi opinión, giran en torno al globo terrestre por disposición divina... así se ampliaría el flujo y reflujó...Llamó Caboto del Bacalao a aquellas tierras, porque en su mar halló tanta cantidad de ciertos grandes peces, parecidos a atunes, y designados con aquel nombre por los indígenas, que a veces le retrasaban la marcha de las naves [esto posiblemente ocurrió en 1497 ó 1498]<sup>91</sup>... Trato familiarmente al propio Caboto y es a veces mi huésped, pues llamado desde Inglaterra por nuestro católico monarca, después de la

---

<sup>91</sup> Los descubrimientos de Cabot durante este viaje están indicados en el de mapa de Juan de la Cosa, de 1500. (MacNutt, F., 1912, *De Orbe Novo, The Eight Decades of Peter Martyr D'Anghiera*. Traducción del latín con Notas e Introducción. New York: Putnam's Sons).

muerte de Enrique, rey de la Gran Bretaña, vive en la corte con nosotros y espera cada día que se le preparen embarcaciones con las cuales descubrir al fin este arcano, todavía impenetrable, de la naturaleza. Creo que en el mes de marzo del próximo año de 1516 marchará con destino a sus exploraciones; lo que suceda sabrálo Tu Santidad por mi conducto, si se me concede vivir...” (Mártir de Anglería, P., 1964, pp. 340 – 341).

“...[Pedrarias Dávila]... zarpó de allí [La Gomera] el 7 de mayo [de 1514], sin alcanzar a ver tierra hasta el 3 de junio, en que arribó a la isla Dominica... distante de la isla La Gomera cosa de 800 leguas... enderezó rumbo por la mar lleno de yerbas, cuyo origen no han explicado ni el Almirante Colón... ni tampoco éstos...A los cuatro días de su salida de la Dominicana que era el 11 de junio, se le aparecieron montañas nevadas. Dicen que allí corren mares, cual rápidos torrentes, en dirección a occidente, por más que ellos no iban en línea recta, en tal sentido, sino inclinándose un poco más al Mediodía [Sur]... la comarca Caraimara es conocida por dos excelentes puertos, a saber: el de Cartagena, y otro llamado por los nuestros de Santa Marta...” (Mártir de Anglería, P., 1965, pp. 332 – 333).

“...Levaron anclas el 15 de junio, una vez que compusieron las naves averiadas por varias tempestades... diéronse a la mar en demanda del puerto de Cartagena... pero el rápido fluir de las aguas engañó a Juan Serrano, piloto principal de la nave capitana, y a los restantes, por más que se jactaban de conocer admirablemente la naturaleza de la corriente, que les arrastró en una noche 40 leguas más allá de lo que pensaban...” (Mártir de Anglería, P., 1965, pp. 338).

“... Todos los nuestros están unánimes en que los mares en aquellas partes corren al occidente como torrentes entre los montes. Asáltame en consecuencia la siguiente duda: ¿A dónde van a parar en su rodar constante y como fugitivas fluyen de oriente a occidente, para no volver más? ¿Por qué el occidente no se desborda, ni el oriente se queda exhausto?... los que han reconocido aquellas costas no dan a este problema una solución verosímil... Piensa la mayoría que en el extremo encorvado de aquella tierra... y por el occidente de la isla de Cuba, existen amplias tragaderas que absorben las mencionadas aguas enfurecidas y las arrojan desde allí al occidente, a fin de que vuelvan a nuestro oriente o, según otros al septentrión. Pretenden algunos que el seno aquel del gran territorio está cerrado, y se encamina al norte por la espalda de Cuba, de manera

que rodee estrechamente la tierras septentrionales, que el mar glaciario abarca, y estén contiguas todas aquellas playas; de aquí su creencia de que aquellas aguas, con la interposición de la gran tierra cambian su curso...” (Mártir de Anglería, P., 1965, pp. 339 – 340).

“... pues hay sólo 3 desde Santa Marta al Darién, por lo menos a la ida, ya que el regreso es tan duro, debido a la corriente, según dijimos, que no parece sino que al emprenderlo remontan escarpadas montañas. La fuerza de este torrente no es tanta para los que retornan a España desde la Española o Cuba, aún cuando también tienen que luchar con la corriente oceánica, que por la enorme amplitud del mar en este sitio, encuentra libre espacio por donde espaciarse. En la región de Paria las aguas se ven fuertemente estrechadas por los costados de aquella tierra, y comprimidas desde enfrente por los de las numerosas islas adyacentes, como ocurre en el mar de Sicilia, donde es tanto el ímpetu de las aguas que Tu Santidad conoce, que forman Escila y Caribdis, a causa de las angosturas por las que penetran aquellos mares, es decir, el Jónico, el Libio y el Tirreno...” (Mártir de Anglería, P., 1964, pp. 343).

“...En ocho de Enero de mil e quinientos e veinte años, Martín Alonso de Castilla juró en forma de decir verdad de lo que supiese e le fuese preguntado en esta causa de que era presentado por testigo; e lo que de este negocio sabe es, que este testigo estaba en la isla de Cuba en el mes de Noviembre pasado, e estando allí vio e oyó decir este testigo como había venido una carabela a la dicha isla, a la parte del puerto de la Habana, en la cual dicha carabela decían que enviaba Hernando Cortés (a quien Diego Velázquez había enviado por capitán a Yucatán) a España al Rey nuestro señor cierto oro, e que iba en ella por capitán un Portocarrero, uno que dicen Bautista, e por piloto Alaminos; e que como la dicha nave llegó a la dicha isla de Cuba, este testigo vio como el dicho Diego Velázquez luego apercibió toda la gente de la dicha isla... e no sabe más del dicho caso que salga del juramento que hizo, e firmolo de su nombre...” (García Icazbalceta, 1999).

“...A la vuelta vienen todos, si no quieren perderse, a la Habana de Cuba, que cae debajo el trópico de Cáncer, y desde allí, echando al norte por tener viento, suelen tomar la Bermuda, isla despoblada, aunque no de sátiros, según mienten, y puesta en treinta y tres grados. Tocan luego en alguna isla de los Azores, y en fin aportan a España, de donde salieron. Desvianse a la venida, de la derrota que llevaron, trescientas leguas, y

aun por ventura cuatrocientas. Hacen tan diferente camino a la vuelta por seguridad y presteza. Segura navegación es toda, por ser la mar larga, aunque pocos navegan que no cuenten de tormentas; Lo peor de pasar a la ida es el golfo de las Yeguas, entre Canaria y España, y a la venida, la canal de Bahama, que es junto a la Florida...” (López de Gómara, 1964, pp. 315).

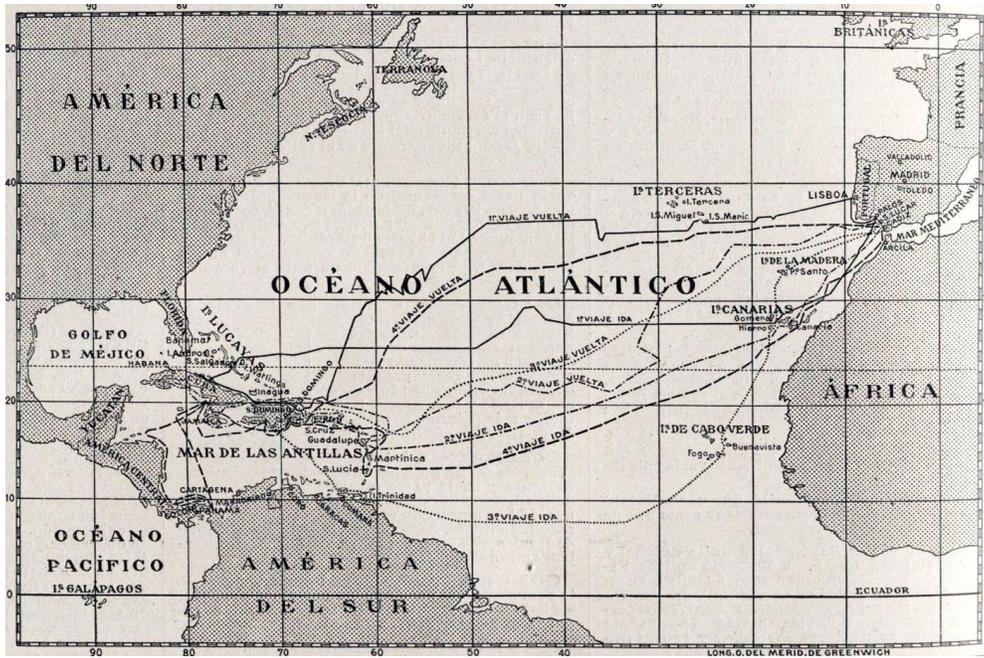
#### Modelado a partir de los datos.

“... la práctica de modelar a partir del conocimiento no es algo fácil de establecer y requiere de mucha práctica y tener conocimiento de más de una disciplina o especialidad... hay agentes cognitivos humanos que son maestros del juego, estos maestros tienen las habilidades y los conocimientos para crear las condiciones que hacen posible que emerjan las combinaciones decisivas con mayor potencial...” (López-Caloca, F., 2011, p. 185).

“... Hay casos, por cierto, donde únicamente contados individuos tienen la visión de percibir un sistema que está gobernando la existencia de muchas personas, un sistema que nunca antes había sido identificado como sistema...” (Hofstadter, D., 1979, p.45)

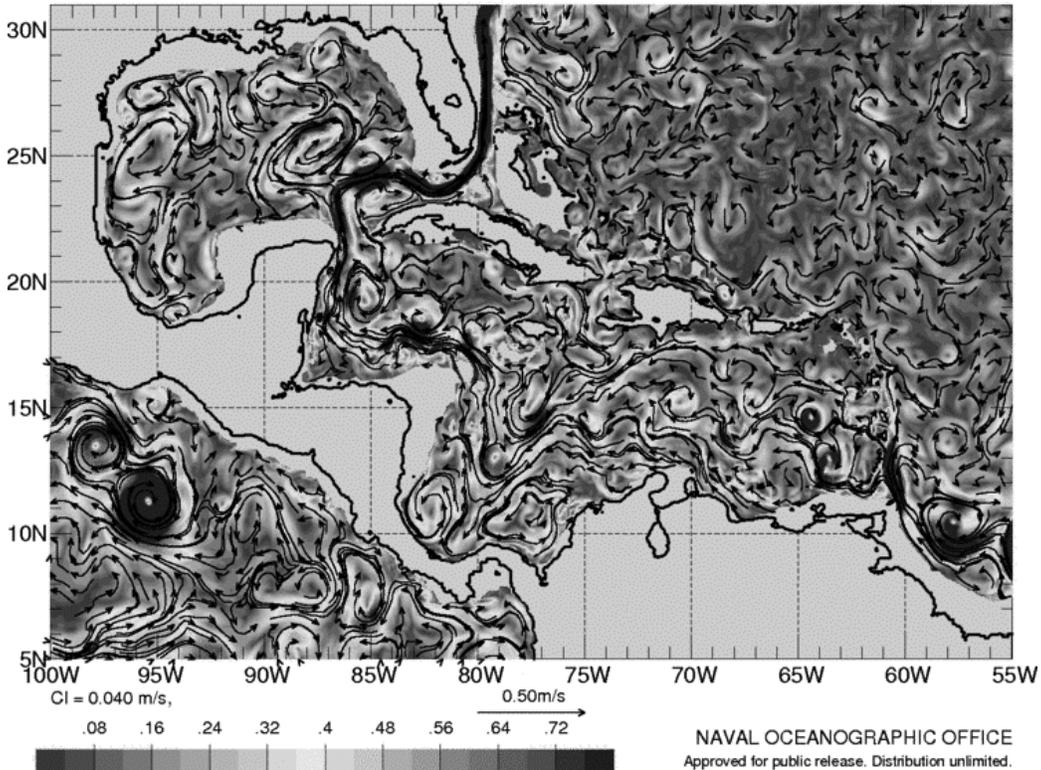
“... El navegante ha de conjuntar la información de que disponga, la del modelo, la del vehículo, la del medio ambiente y la de sus fines y propósitos para conducir la navegación satisfactoriamente...” (Sánchez-Sandoval, R., 2006, p. 16).

Referencias cartográficas. Los cuatro viajes de Colón (Peck, D., 1993, *Cristoforo Colombo – God’s Navigator*). Mapas de corrientes marinas en el Mar Caribe (Naval Oceanographic Office). La Corriente del Golfo en el Mapa de Franklin. El mapa de Juan de la Cosa (circa 1500). Mapa de la Circulación del Atlántico.

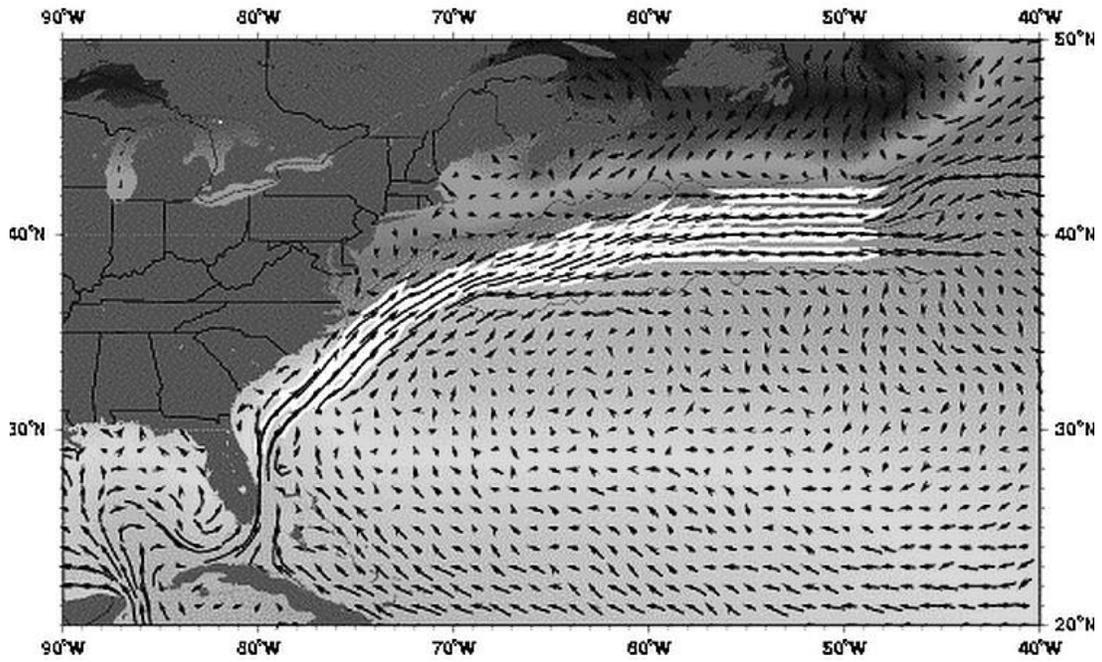


35 Los 4 viajes de Colón.

UNCLASSIFIED: 1/32° Global NLOM  
CURRENT/SPEED LAYER 1 HR FCST VALID: 20130419



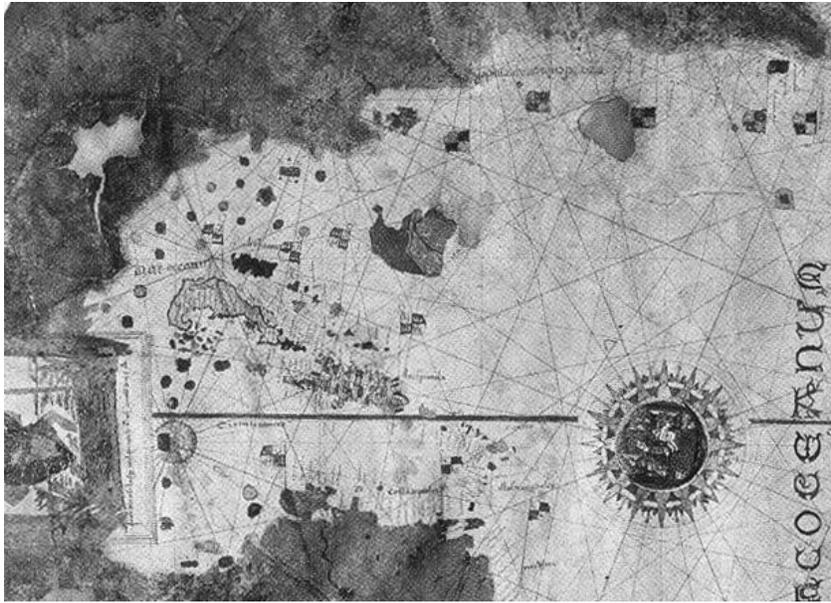
36 Corrientes en el mar Caribe.



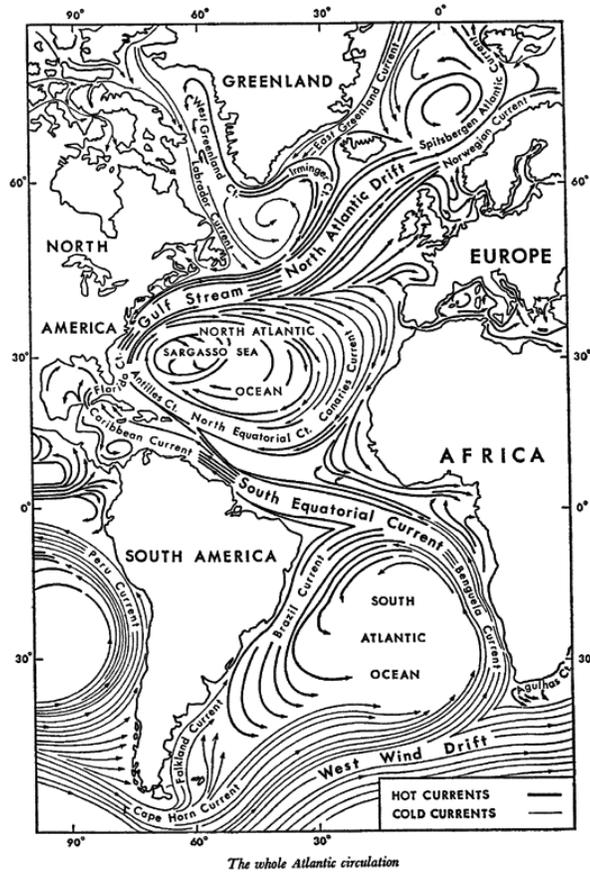
37 Corriente del Golfo.



38 Mapa de Franklin.



39 Mapa de Juan de la Cosa (circa 1500), detalle.



40 Circulación en el Atlántico.

Desde la perspectiva del “aprendiz” tratemos de identificar “indicios” de algún método que nos permita extraer de la narrativa anterior lo que posiblemente trata de sugerirnos el diseñador del ejercicio.

Para ello podemos acudir a Dewey:

“Las cualidades similares son el puente que atraviesa la mente siempre que se mueve de una experiencia previa a una nueva... el pensamiento... es un proceso de captura de los elementos comunes de un modo consciente” (Dewey, J., 1989, p. 72).

La «transferencia», es decir, el traslado de la destreza y la comprensión de una experiencia a otra depende de que en ambas existan elementos semejantes. Dewey nos dice:

“Cuanto más técnico es un tema, menor es la cantidad de elementos comunes que proporciona al pensamiento para trabajar con ellos. [...] Para la persona que comienza a estudiar álgebra y física, las ideas de «exponente» y de «átomo» son técnicas; están solas, aisladas de todo. [...] Durante las primeras etapas de la experiencia y para la mayor parte de todas las experiencias, salvo las de los especialistas, los elementos comunes son los elementos humanos, los que están en conexión con las relaciones de las personas entre sí y con grupos. [...] Estos factores humanos y sociales son, consecuentemente, los que llevan de una experiencia a otra y los que más fácilmente pueden ser transportados de una experiencia a otra” (Dewey, J., 1989, p.72).

Hay que tener presente que el pensamiento real siempre hará referencia al contexto. De entrada, el aprendiz supondrá que los ejemplos incorporados al conjunto de ejercicios para su entrenamiento tienen cierta importancia, que el docente no incluiría casos poco relevantes.

En las palabras de Dewey:

“Puesto que el aprendizaje es algo que el alumno tiene que hacer él mismo y por sí mismo, la iniciativa la tiene el estudiante. El maestro es un guía, un director; él lleva el timón del barco, pero la energía propulsora de este último ha de provenir de los que aprenden. Cuanto más consciente sea el maestro de las experiencias anteriores de los estudiantes, de sus esperanzas, deseos e intereses principales, mejor comprenderá la fuerzas operativas que tiene que dirigir y utilizar para la formación de hábitos reflexivos” (Dewey, J., 1989, pp. 47 – 48).

“El auténtico entusiasmo es una actitud que opera como una fuerza intelectual. Un maestro capaz de despertar ese entusiasmo en sus alumnos hace algo que no puede lograr ningún tratado metodológico formalizado, por correcto que sea” (Dewey, J., 1989, p. 44).

“El problema central para el educador, ya se trate de los padres o del maestro de escuela, consiste en utilizar con fines *intelectuales* la curiosidad orgánica de exploración física y la interrogación lingüística. [...] En la medida en que un fin determinado controle una secuencia de indagaciones y observaciones y las conecte entre sí como medios encaminados hacia un fin, precisamente en esa medida la curiosidad asumirá un carácter definitivamente intelectual” (Dewey, J., 1989, p. 50).