

EPISTEMOLOGÍA

AUTORES:

- * BALBI, MILENA MARIA
- * GIRAUDO, MARTA
- * ROHDE, GRICELA
- * SAMPAYO, RAMÓN S.

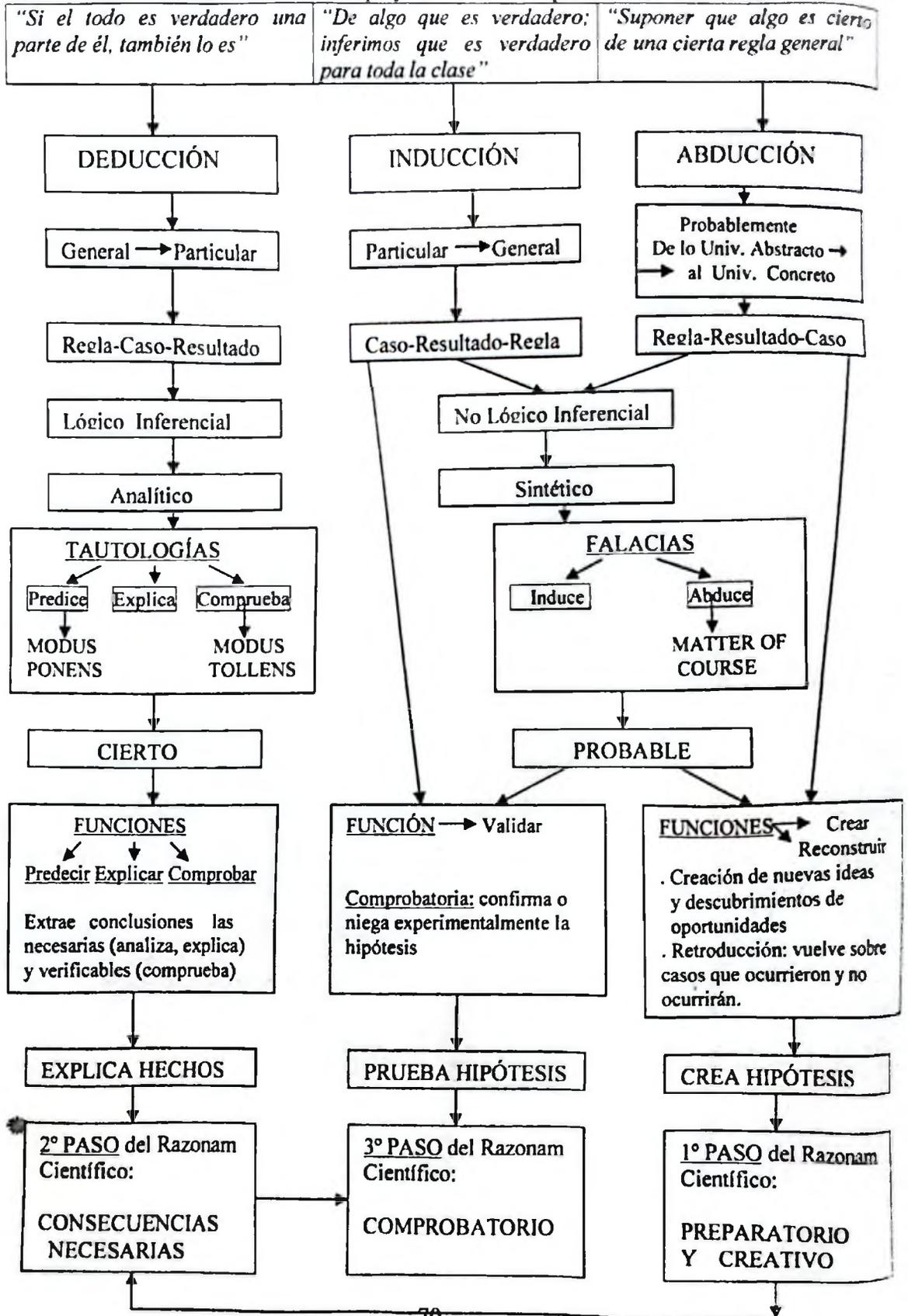
TRABAJO FINAL correspondiente a la carrera de Maestría en la Enseñanza de la Matemática, de la Facultad de Agroindustria de la Universidad Nacional del Nordeste; director Dr. Guillermo Pérez Pantaleón, profesor dictante Dr. J. E. Nápoles Valdés

ÍNDICE

Índice.....	2
Inferencias del Conocimiento Científico.....	3
Deducción.....	4
Inducción.....	6
Abducción.....	9
Conclusión.....	15
Anexo 1: ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE INFERENCIAS EN LOS MOMENTOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE UN DISEÑO DE CLASE PRESENTADO EN EL MÓDULO 1.....	19
Bibliografía-	27

INFERENCIAS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Actualmente los tipos de inferencias o tipos de raciocinio o argumento que dan respuesta a los métodos de las ciencias son: Deducción, Inducción y Abducción. Estos tipos se dan en forma dinámica y pueden estar secuenciados o contemporáneos dentro de una investigación. A continuación se detalla un cuadro sinóptico donde se observan las características de cada tipo y las relaciones que existen entre ellos.



- *En la actualidad las corrientes científicas tienen como tendencia un orden en el Razonamiento Científico como el que expusimos: 1° Abducción - 2° Deducción - 3° Inducción; esto no quiere decir que no haya posibilidades de otro orden, ya que según la ciencia en particular y su objeto de estudio este puede variar y por ejemplo se puede partir de una Deducción, luego Inducción y finalmente una Abducción, en el sentido de retroducción.*

Cada uno de estos tipos de razonamientos tienen sus ventajas, la *abducción* es el pensamiento que crea variadas hipótesis desde problemas o cuestiones diversas, se dice que es la que facilita la creación de nuevos Paradigmas, la *Inducción* e hipótesis tienen un fuerte carácter ampliativo, pueden llegar a proporcionar conocimiento probable y posible sobre un futuro indeterminado, y la *deducción* podría decirse que es explicativa, que infiere las consecuencias probables y necesarias de una hipótesis.

Pero llegar a este análisis de lo que actualmente se da en el método científico tiene por detrás años de investigaciones, la historia de la ciencia y del razonamiento sobre el conocimiento fue manifestándose de a poco, con interpretaciones erradas, discusiones entre científicos; aunque los tres tipos de inferencias se podrían estar haciendo a la vez, fueron descubiertas y analizadas durante periodos distintos; en un principio se creía que la abducción era el mismo tipo de razonamiento que la inducción.

La dinámica que se vive actualmente en la ciencia y los descubrimientos que ella hace tiene la particularidad de recrear en una sola investigación los procesos de inferencias casi contemporáneamente, entrelazados, algo que llevó siglos de pensamiento hoy se puede dar simultáneamente.

BREVE RECOPIACIÓN HISTÓRICA DE LOS TIPOS DE INFERENCIAS

DEDUCCIÓN

Hay deducción cuando partimos de lo general a lo particular. El método deductivo es básicamente un proceso intelectual. En este caso una mente creativa imagina una explicación razonable para un conjunto de datos y elabora una teoría que permite compatibilizar la información disponible. La imagen del detective que logra resolver el rompecabezas de un crimen es perfectamente válida para ilustrar este método.

Es interesante hacer notar la diferencia entre deductivismo y deducción. La deducción, axiomática o matemática, puede emplearse de manera que facilite el análisis estadístico y el contraste. Sin embargo, *el deductivismo implica que la estadística y el conocimiento empírico es tan transitorio que no vale la pena y que un primer análisis deductivo puede proporcionar una mejor comprensión de un determinado fenómeno.* (Pheby, 1988, pág. 14).

Los trabajos de Descartes, a comienzos del siglo XVII, podrían considerarse las primeras manifestaciones del método deductivo, en su afán de encontrar un método que proporcionara un mejor conocimiento de las diferentes esferas de actividad. Los objetivos de Bacon y Descartes eran similares, sin embargo, la forma de conseguirlos era muy opuesta. Descartes utilizaba la deducción y las matemáticas como punto referencial, mientras que Bacon consideraba muy poco a estos instrumentos.

El deductivismo es un procedimiento que consiste en desarrollar una teoría, comenzando por formular sus puntos de partida o hipótesis básicas y realizando luego la

deducción de sus consecuencias con la ayuda de las subyacentes teorías formales. Sus partidarios señalan que toda explicación verdaderamente científica tendrá la misma estructura lógica, estará basada en una ley universal, junto a ésta, aparecen una serie de condicionantes iniciales o premisas, de las cuales se deducen las afirmaciones sobre el fenómeno que se quiere explicar.

En el método deductivo, se pasa de lo general a lo particular, de forma que partiendo de unos enunciados de carácter universal y utilizando instrumentos científicos, se infieren enunciados particulares, pudiendo ser axiomático-deductivo, cuando las premisas de partida están constituidas por axiomas, es decir, proposiciones no demostrables, o hipotético-deductivo, si las premisas de partida son hipótesis contrastables.

Como dice Roberto Gómez López, en su *Evolución científica y metodológica de la economía*, las leyes universales vendrán dadas por proposiciones del tipo “en todos los casos en los que se da el fenómeno A, se da también el fenómeno B”. Estas leyes tendrán un carácter determinista cuando se refieran a fenómenos “B” individuales y carácter estocástico cuando hagan mención a clases de fenómenos “B” que se den con una cierta probabilidad.

Los pasos a seguir por el investigador serían los siguientes:

1. *Planteamiento del conjunto axiomático de partida.* Debe tenerse en cuenta en esta etapa, seguir el criterio de la sencillez. Los supuestos deben incorporar sólo las características más importantes de los fenómenos, debiendo ser eliminadas las irrelevantes. Los postulados deben ser coherentes, sin que haya contradicción entre unos y otros.
2. *Proceso de deducción lógica.* Se debe partir siempre de los postulados iniciales, es decir, de la etapa anterior.
3. *Enunciado de leyes de carácter general.* Partiendo del conjunto axiomático y a través del proceso de deducción se llegará a dichas leyes.

Las explicaciones y predicciones siguen las mismas reglas de la deducción, la única diferencia está en que la explicación se produce una vez que ha ocurrido el suceso, mientras que la predicción tiene un carácter apriorístico.

Para mencionar una causa establecida como explicación de un fenómeno concreto, hemos de someterlo a una ley universal. En el caso de la predicción, partimos de una ley universal y de un conjunto de premisas deduciendo de ellos proposiciones acerca del fenómeno desconocido.

Se denomina “tesis de la simetría” a la idea de la existencia de un paralelismo entre la naturaleza de las explicaciones y de las predicciones. Este concepto ha despertado numerosas críticas, entre ellas que la predicción no tiene por qué implicar explicación, e incluso que la explicación no tiene por qué implicar predicción alguna, porque se puede predecir el valor futuro de una variable basándonos en sus valores históricos, sin necesidad de explicar la naturaleza de la misma, es suficiente con aplicar los métodos estadísticos apropiados. Comenta Blaug (1985, pág. 22): “*Mientras para la predicción es suficiente con que exista correlación entre dos variables, para la explicación es necesario saber acerca de la naturaleza de las variables y de algo que determine cuál es la variable causa y cuál la variable efecto*”.

El método deductivo es considerado también un método de investigación, basado en la lógica y podemos distinguir:

1. **Método Lógico Deductivo:** se utiliza para aplicar los principios descubiertos a casos particulares, partiendo de un enlace de juicios.

El papel de la deducción en la investigación es doble:

- a. Se utiliza para encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación. (Carácter descriptivo)
 - b. Se utiliza para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos que la fórmula de la velocidad es $v = \frac{e}{t}$, podremos calcular la velocidad de un avión. La matemática es considerada la ciencia deductiva por excelencia; porque parte de axiomas y definiciones. (Carácter predictivo)
2. Método Deductivo Directo – Inferencia o Conclusión Inmediata. Se llega a una conclusión directa sin intermediarios. Ejemplo:
"Los libros son cultura"
"En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros"
3. Método Deductivo Indirecto – Inferencia o Conclusión Mediata - Formal. Utiliza silogismos lógicos, siendo silogismo un argumento que consta de tres proposiciones, se comparan dos extremos (premisas o términos) con un tercero para descubrir la relación entre ellos. La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. Ejemplo:
"Los ingleses son puntuales"
"William es inglés"
"Por tanto, William es puntual"
4. Método Hipotético-Deductivo. Como consecuencia de las inferencias de un conjunto de datos empíricos o de principios y leyes más generales, un investigador propone una hipótesis. O sea que, se utilizan las inferencias lógico deductivas para arribar a conclusiones particulares, a partir de la hipótesis y que después se puedan comprobar experimentalmente.
Un ejemplo que encaja perfectamente en una teoría basada en el método hipotético-deductivo es "La Teoría General de la Evolución Condicionada de la Vida".
En economía se utiliza generalmente la lógica deductiva que es una herramienta de poder asombroso. Dada una proposición verdadera, podemos, utilizando la deducción, obtener otras proposiciones verdaderas a partir de la misma, advirtiéndole que se requiere de la verdad, no solo de las premisas sino de la argumentación que las relacione. Veamos un ejemplo que no cumple estos requerimientos:
- Algunos tucumanos son altos
 - Algunas personas altas son radicales
 - Por tanto, algunos tucumanos son radicales.

Esta argumentación es inválida: la conclusión no se deduce de las premisas.

Resumiendo, el método deductivo es el apropiado para las ciencias empíricas. Todas ellas trabajan con objetos reales. Por lo tanto, dadas ciertas premisas (hipótesis), se aplican las reglas del procedimiento científico propias del método deductivo. Estas hipótesis son aceptadas bajo la condición de ser luego comprobadas empíricamente.

Hay inducción cuando generalizamos a partir de un número de casos de los que algo es verdad, e inferimos que la misma cosa es verdad de una clase entera. O, cuando hallamos que cierta cosa es verdadera de cierta proporción de casos, e inferimos que es verdadera de la misma proporción de la clase entera.

La hipótesis se da cuando encontramos alguna circunstancia muy curiosa, que se explicaría por la suposición de que fuera un caso de cierta regla general, y en consecuencia adoptamos esa suposición. O, cuando constatamos que en ciertos aspectos dos objetos guardan una marcada semejanza, e inferimos que se asemejan entre sí notablemente en otros aspectos.

El carácter de Hipótesis que tiene la Inducción es indiscutible, pero no lo es "todo", la Inducción no es sólo Hipótesis, es más que eso.

Dice Peirce *"En una ocasión desembarqué en un pueblo de una provincia turca; y, al acercarme a la casa que tenía que visitar, me topé con un hombre a caballo, rodeado por cuatro jinetes que sostenían un dosel sobre su cabeza. Como el gobernador de la provincia era el único personaje de quien yo pudiera pensar que fuese tan magníficamente honrado, inferí que era él"*. Esto fue una hipótesis.

Se han descubierto fósiles; digamos, restos como de peces, pero muy en el interior del país. Para explicar el fenómeno, suponemos que el mar cubrió en tiempos remotos esa tierra. Esta es otra hipótesis.

Innumerables documentos y monumentos hacen referencia a un conquistador llamado Napoleón Bonaparte. Aunque no hemos visto al hombre, sin embargo no podemos explicar lo que hemos visto, a saber, todos esos documentos sin admitir que realmente existió. Hipótesis, de nuevo.

Por regla general, la hipótesis es un argumento muy débil. A menudo, inclina nuestro juicio tan levemente hacia su conclusión, que no cabe decir que creamos que ésta última es verdadera; sólo sospechamos que puede serlo. Pero no hay diferencia, salvo de grado, entre tal inferencia y aquella por la cual nos vemos impulsados a creer que recordamos los sucesos de ayer a partir de nuestra impresión de que efectivamente los recordamos.

Cuando adoptamos cierta hipótesis, no es únicamente porque explique los hechos observados, sino también porque la hipótesis contraria llevaría probablemente a resultados contrarios a los observados. Por eso mismo, cuando elaboramos una inducción, no lo hacemos tan sólo porque explica la distribución de caracteres de la muestra, sino también porque una regla diferente habría conducido probablemente a que la muestra fuese distinta de lo que es.

Pero la ventaja de esta manera de considerar el tema podría sobreestimarse fácilmente. Una inducción es realmente la inferencia de una regla, y considerarla como la negación de una regla es una concepción artificial, sólo admisible porque, cuando las proposiciones estadísticas o proporcionales se consideran como reglas, la negación de una regla es a su vez una regla. Asimismo, una hipótesis es realmente la subsunción de un caso bajo una clase y no la negación de ella, con la salvedad de que negar una subsunción bajo una clase es admitir una subsunción bajo otra.

La analogía de la hipótesis con la inducción es tan marcada que algunos lógicos las han confundido. A la hipótesis se le ha llamado inducción de caracteres. Un número de caracteres pertenecientes a cierta clase se halla en cierto objeto; de donde se infiere que todos los caracteres de esa clase pertenecen al objeto en cuestión. Esto implica

ciertamente el mismo principio que la inducción; pero en una forma modificada. En primer término, los caracteres no son susceptibles de simple enumeración como los objetos; en segundo lugar, los caracteres se insertan en categorías. Cuando hacemos una hipótesis como la del trozo de papel, únicamente examinamos una línea de caracteres, o quizá dos o tres, y no separamos ningún espécimen de los demás. Si la hipótesis no fuera nada más que una inducción, todo lo que estaríamos justificados a concluir, en el ejemplo citado, sería que los dos pedazos de papel que casaban en cuanto a las irregularidades examinadas habrían de casar en cuanto a otras irregularidades, digamos más sutiles. La inferencia desde el contorno del papel hasta su propietario es precisamente lo que distingue la hipótesis de la inducción, y lo que la convierte en un paso más temerario y peligroso.

Las mismas advertencias que se han hecho respecto a imaginar que la inducción descansa en la uniformidad de la Naturaleza cabría repetirla en lo concerniente a la hipótesis. Aquí, como allí, tal teoría no sólo no explica en absoluto la validez de la inferencia, sino que da origen a unos métodos para llevarla a cabo que son completamente viciosos. Hay, sin duda, ciertas uniformidades en la Naturaleza, cuyo conocimiento reforzará mucho una hipótesis. Por ejemplo, suponemos que el hierro, el titanio y otros metales existen en el sol porque encontramos en el espectro solar múltiples rayas coincidentes en su posición con las que producirían estos metales; y esa hipótesis se afianza en gran medida con nuestro conocimiento de la notable selectividad de la línea particular de caracteres observados. Pero semejante corroboración de la hipótesis es de índole deductiva, y la hipótesis puede continuar siendo probable aunque falte dicho refuerzo.

No hay equivocación mayor, ni más frecuente en la lógica práctica, que suponer que las cosas que se asemejan entre sí sensiblemente en algunos aspectos, es muy verosímil, por eso mismo, que se parezcan en otros.

La gran diferencia entre la inducción y la hipótesis estriba en que la primera infiere la existencia de fenómenos iguales a los que hemos observado en casos similares, mientras que la hipótesis supone algo de tipo distinto a lo que hemos observado directamente, y con frecuencia algo que no sería posible observar directamente. En consecuencia, cuando ensanchamos una inducción mucho más allá de los límites de nuestra observación, la inferencia participa de la naturaleza de la hipótesis. Sería absurdo decir que no poseemos ninguna justificación inductiva para una generalización que sobrepase un poco los límites de la experiencia, y no cabe trazar una línea allende la cual no sea lícito extender nuestra inferencia; sólo que ésta se torna más débil cuanto más avanza. Sin embargo, si una inducción se lleva demasiado lejos, no podemos darle mucho crédito, a menos que comprobemos que tal ampliación explica algún hecho que podamos observar y efectivamente observamos. Aquí, pues, tenemos una especie de mezcla de inducción e hipótesis, apoyándose recíprocamente; y de esta clase es la mayoría de las teorías de la física.

La inducción es, palmariamente, un tipo de inferencia mucho más sólida que la hipótesis; y esta es la primera razón para distinguirlas. Las hipótesis se estiman a veces como recursos provisionales, que con el progreso de la ciencia han de ser reemplazados por inducciones. Pero esta es una visión falsa del asunto.

El razonamiento hipotético infiere muy frecuentemente un hecho no susceptible de observación directa. Es una hipótesis que Napoleón Bonaparte existió en otro tiempo. ¿Cómo va a ser reemplazada esta hipótesis por una inducción? Es posible decir que de la premisa de que los hechos que hemos observado son como serían si Napoleón existió,

inferimos por inducción que *todos* los hechos que en lo venidero sean observados serán del mismo carácter. No hay duda de que cualquier inferencia hipotética puede tergiversarse de este modo para darle la apariencia de una inducción. Pero la esencia de la inducción es que infiere de un conjunto de hechos otro conjunto de hechos semejantes, en tanto que la hipótesis infiere de hechos de una clase, hechos de otra distinta.

Ahora bien, los hechos que sirven de fundamento para nuestra creencia en la realidad histórica de Napoleón no son necesariamente, ni mucho menos, la única clase de hechos que se explican por su existencia. Puede ser que, en la época de su carrera política, se estuvieran registrando los acontecimientos de una manera ni soñada actualmente, que una criatura ingeniosa de un planeta vecino estuviese fotografiando la Tierra, y que esas imágenes en escala suficientemente grande acaso lleguen un día a nuestra posesión, o que un espejo en una estrella distante, cuando la luz lo alcance, refleje la historia entera de nuevo a la tierra. No importa lo improbables que sean estas suposiciones; todo lo que sucede es infinitamente improbable. No estoy diciendo que es verosímil que *estas* cosas ocurran, sino que *algún* efecto de la existencia de Napoleón que al presente nos parece imposible, es seguro, no obstante, que se producirá. La hipótesis afirma que los citados hechos, cuando ocurran, serán de tal naturaleza que confirmen, y no refuten, la existencia del hombre.

Tenemos así, en la imposibilidad de inferir inductivamente conclusiones hipotéticas, una segunda razón para distinguir los dos tipos de inferencia.

Un tercer mérito de la distinción es que está asociada con una importante diferencia psicológica, o por mejor decir, fisiológica, en el modo de aprehender los hechos. La inducción infiere una regla. Ahora bien, la creencia de una regla se convierte en un hábito. Que el hábito es una regla activa en nosotros, resulta evidente. Entonces toda creencia, posee la naturaleza de un hábito, en la medida en que es de carácter general.

La inducción, por consiguiente, es la fórmula lógica que expresa el proceso fisiológico de formación de un hábito. La hipótesis sustituye una complicada maraña de predicados ligados a un sujeto, por una sola concepción. Pero hay una peculiar sensación perteneciente al acto de pensar que cada uno de estos predicados infiere en el sujeto. En la inferencia hipotética, este complicado sentimiento así provocado es reemplazado por un sentimiento único de mayor intensidad, el concerniente al acto de pensar la conclusión hipotética.

Ahora bien, cuando nuestro sistema nervioso es excitado de una manera compleja, habiendo una relación entre los elementos de la excitación, el resultado es una sola perturbación armoniosa, a la cual denomino emoción. Así, los diversos sonidos producidos por los instrumentos de una orquesta llegan al oído, y el resultado es una peculiar emoción musical, distinta por completo de los sonidos en sí. Esta emoción es esencialmente la misma cosa que una inferencia hipotética, y toda inferencia hipotética entraña la formación de tal emoción. Podemos decir, por tanto, que la hipótesis proporciona el elemento *afectivo* del pensamiento, y la inducción el elemento *habitual*.

En cuanto a la deducción, que nada añade a las premisas, sino que, simplemente, de los varios hechos representados en las premisas selecciona uno solo y atrae hasta él la atención, cabe considerarla como la fórmula lógica del acto de prestar atención, que es el elemento *vollitivo* del pensamiento, y corresponde a la descarga nerviosa en la esfera de la fisiología.

Otro mérito de la distinción entre inducción e hipótesis es que conduce a una clasificación muy natural de las ciencias y de las mentes que las impulsan. Lo que debe

separar las diversas especies de científicos más que cualquier otra cosa, son las diferencias de sus *técnicas*. No podemos esperar que los hombres que trabajan principalmente entre libros tengan mucho en común con los hombres cuya vida transcurre en el laboratorio. Pero, inmediatamente detrás de las diferencias de este orden, las más importantes son las diferencias en los modos de razonar. De las ciencias naturales, tenemos en primer lugar las ciencias clasificatorias, que son puramente inductivas: la botánica y la zoología sistemática, la mineralogía, y la química. Luego tenemos las ciencias de teoría: la astronomía, la física pura, etc. Después vienen las ciencias de hipótesis: la geología, la biología, etc.

ABDUCCIÓN

Este tipo de racionalidad, de pensamiento, está asociado a la creatividad, ya que crea hipótesis y recrea procesos.

El carácter creativo, y en algunos casos reproductivo, que tiene el pensamiento abductivo es indiscutible.

Pero ¿Qué es un proceso abductivo? ¿cómo se infiere desde la abducción? ¿qué es la Regla? Según Peirce, el proceso de interpretación se estructura como una argumentación. La "mente es un signo que se desarrolla de acuerdo con las leyes de la inferencia" (CP 5.313, 1868). El proceso de pensar y razonar se basa en inferencias que buscan establecer regularidades, hábitos y creencias.

En su desarrollo un hábito-creencia comienza por ser vago. Sólo durante el proceso de interpretación "se vuelve más preciso, general y pleno, sin límite. El proceso de este desarrollo (...) se llama pensamiento". De este modo se forman y transforman los juicios. La transformación de estos juicios es causada por inferencia: "el juicio antecedente se llama premisa; el juicio consecuente, conclusión" (CP 3.160, 1880).

En este modelo la abducción es el "primer estado" de la interpretación (seguida de la deducción y la inducción), ya que busca premisas plausibles "formando hipótesis explicativas" (CP 5.171, 1903). La anticipación abductiva de la "mejor explicación" termina en la dinámica de "fijación de la creencia".

La inferencia abductiva es el razonamiento pragmático para la mejor explicación en un contexto dado, basada en la coherencia pragmática, esto es, en la "plausibilidad". Aquí, por supuesto, surge la pregunta: ¿cuáles son los estándares de plausibilidad y de "racionalidad pragmática"? En su artículo "*Incoherencia e Irracionalidad*" Davidson esboza una respuesta a estas preguntas contando la historia de un malentendido inferencial. La historia es ésta:

"Era un día cálido, las puertas estaban abiertas. Yo vivía en una de las casas adosadas en las que vivían los miembros del profesorado. Entré por la puerta. No me sorprendió encontrar a la esposa de mi vecino en la casa: ella y mi esposa a menudo se visitaban. Pero me sorprendí un poco cuando, mientras me acomodaba en una silla, me ofreció una bebida. Mientras estaba en la cocina preparando la bebida noté que los muebles habían sido reacomodados, algo que mi esposa hacía de tiempo en tiempo. Y entonces me di cuenta de que los muebles no sólo habían sido reacomodados, sino que muchos eran nuevos o nuevos para mí. La verdadera revelación comenzó cuando lentamente me vino a la mente que la habitación en la que estaba era una imagen invertida de aquella que me era familiar; escaleras y chimenea habían intercambiado lugares. Había entrado en la casa de al lado".

Según Davidson su mala interpretación fue un error en el proceso de la adopción de hipótesis, ya que logró acomodar la evidencia creciente contra su suposición de que estaba en su propia casa "fabricando más y más explicaciones absurdas o improbables" (Davidson 1985: 347). Davidson concluye:

"Si me hubiera adherido a mis propios estándares de formación de hipótesis, de 'inferencia para la mejor explicación' como la llama Harman, me habría preguntado mucho antes de lo que lo hice si mi suposición de que estaba en mi propia casa era correcta" (Davidson 1985: 348).

En el "paradigma de ciencia normal" y en la comprensión cotidiana, la abducción se lleva a cabo como un proceso de reconstrucción inferencial de causas e intenciones. Es también, sin embargo, el proceso de construcción inventiva de teorías y de "cambio de paradigma" revolucionario, a saber, el "único tipo de razonamiento que proporciona nuevas ideas" (CP 2.777, 1901). Esto significa que la abducción es precisamente aquel tipo de inferencia, "creador de nuevas teorías", que Davidson expone en su concepto de interpretación.

El aspecto más importante de este paralelismo entre Peirce y Davidson es el principio de economía. Davidson afirma que empleó demasiado esfuerzo en exigir los datos para que encajaran en una teoría implausible (Davidson 1985: 348). Mientras que la plausibilidad se relaciona con la relevancia y la coherencia, la implausibilidad contradice el principio de que la evidencia debería "ser organizada de la manera más fácil o económica" (Davidson 1985: 349). El "principio de economía interpretativa" de Davidson corresponde al principio de "Economía de la Investigación" peirceano subyacente al proceso abductivo de selección y formación de hipótesis: "la consideración principal en la *Abducción*—escribe Peirce— es la cuestión de la Economía: *Economía de dinero, tiempo, pensamiento y energía*" (CP 5.600, 1903).

Si bien la abducción se presenta como un argumento débil que inclina nuestro juicio hacia una cierta conclusión, no es menos cierto que, desde una perspectiva heurística, opera como un esquema propicio para dar cuenta de situaciones o hechos insuficientemente explicados.

Dice Peirce que la adopción de una cierta hipótesis no implica sólo la explicación de un hecho sino, además, sostener que la hipótesis contraria, llevará probablemente a resultados incompatibles con lo que se pretende explicar. De la misma manera, en la inducción, cuando se acepta la regla, no significa sólo aceptar que las distribuciones halladas en la muestra son representativas de la realidad, sino que una regla diferente se habría seguido probablemente de muestras diferentes de las obtenidas. En la abducción, una hipótesis es la subsunción de un caso bajo una clase; la negación de esa subsunción es admitir la subsunción bajo otra clase. En la inducción, negar una regla es aceptar otra regla contradictoria con la primera.

En los dichos de Peirce, no puede advertirse más que intuitivamente, en qué consisten la regla, el resultado y el caso.

La regla no alude a leyes empíricas sino a hipótesis explicativas, hipótesis que se asumen como conjeturas verosímiles en función de elementos indiciales que, directa o indirectamente, refieren al fenómeno. Cuál es la ley que debe invocarse para explicar el hecho no resulta del todo fácil. Thagard (1978) supone que existen tres casos de abducción a las que él denomina hipercodificada, hipocodificada, y creativa. En la primera, existe algún o algunos elementos indiciales que refieren a una única regla; en la segunda, dichos elementos son equívocos y, por ende, pueden evocar diferentes reglas. La abducción creativa es aquella cuyas señales o referentes del fenómeno no

denotan ninguna regla conocida. Samaja, cree ver en esta última categoría de la clasificación de Ecco, un caso donde la regla se produce por analogía. Para Ecco, la abducción es tan útil para descubrir hechos particulares, como para descubrir verdaderas leyes científicas.

En la abducción, el resultado, o rasgo como lo denomina Samaja, se constituye de una serie de elementos que hacen referencia al caso. Dichos elementos configuran lo que podría denominarse, los rastros del fenómeno, aquello que ha quedado como consecuencia o secuelas del caso ya transcurrido, o como señales del caso que está ocurriendo. Dichas señales siempre son fragmentarias, debido a que el caso ya ha sucedido o está sucediendo.

El caso abductivo, a diferencia del caso de la deducción o la inducción, permanece oculto, como algo que debe ser develado. El caso, ya pasado o presente, pero críptico, sólo se manifiesta a través de signos "observables", el resultado. La conclusión de la abducción es el caso; un caso que siendo singular, resume en sí las propiedades del universal; un caso, que sin pretensión de mostrar variabilidad o frecuencias más probables, expresa configuraciones, vínculos entre variables, modos de funcionamiento.

En la inferencia de hipótesis, los caracteres no son susceptibles de enumeración como los objetos, a la vez que, éstos se insertan en categorías; todo lo cual la convierte en sumamente peligrosa y temeraria, a menos que se someta a las siguientes reglas:

- a) La hipótesis ha de presentarse como una conjetura sujeta a validación empírica.
- b) Deberán ponerse a prueba, todas y cada una de las predicciones que se produzcan en función de esa hipótesis.
- c) Se tendrán en cuenta, tanto los éxitos como los fracasos, a fin de su evaluación.

Peirce, en su examen de las diferencias entre inducción y abducción, agrega otros elementos divergentes en ambas inferencias, el primero es un razonamiento que clasifica, y va de lo particular a lo general; el segundo, explica, y transita del efecto a la causa. La inducción parte de lo observable, aunque esto se halle denotado por la teoría, en tanto que la abducción refiere a algo que no es posible que sea directamente observado; la inducción alude a la similitud entre lo observado, con lo que habrá de observarse a futuro; la abducción relaciona lo observable con algo distinto de ello, algo que posiblemente nunca será observado.

Si bien el acto de observar está abonado por presupuestos metafísicos, mas aún el proceso de abducir, que conecta dos planos y los liga por nexos causales, el del efecto que se muestra en la observación, y el de la causa, que permanece oculta. Así, Peirce concibe a la inferencia de hipótesis como el componente emotivo del pensamiento, y la inducción, como el habitual.

Para Peirce la abducción transita del efecto a la causa, pero ¿es ésta una condición *sine qua non* de dicha inferencia? Desde *Anibal Bar* se concibe a la abducción como una inferencia que transcurre desde los consecuentes a los antecedentes, pero no necesariamente éstos deben asimilarse al efecto y a la causa. Para una mejor comprensión de lo expresado conviene citar un ejemplo. Si alguien ve pasar un tren por una estación, supone que éste pasó antes por la estación anterior, pero nada habilita a creer que ese hecho es causa de la presencia del tren en el momento en que es observado. Se trata de dos estados en el que el primero determina al segundo, pero sin implicancias causales.

Samaja (1995) cree que las hipótesis no se infieren inductivamente de la observación y la sucesiva adición de observaciones particulares, sino mediante el descubrimiento de una pauta o patrón observable, análogo a una pauta ideal. Este

proceder permitiría reducir el espacio de búsqueda en términos realizables, reducción que no es posible por vía inductiva, y que implica evitar "la explosión combinatoria", o combinación de todos los valores de cada variable con todos y cada uno de los valores de las demás variables.

La tesis de Samaja es que la abducción es la única operación lógica que introduce alguna idea nueva, pues la deducción sólo deriva conocimiento de aquel ya validado, y la inducción sólo se limita a comprobar. El autor supone que a la abducción le compete la categoría kantiana de sustancia-accidente, pues es la síntesis de elementos diversos que necesariamente se pertenecen unos a otros, y al respecto dice "la abducción nos permite identificar, mediante ciertos rasgos o indicios la esencia o el tipo al que pertenece algo; la razón por la cual algo tiene la apariencia que tiene. La abducción identifica la especie o la sustancia a la que algo pertenece. Caso y espécimen/especie son, entonces, sinónimos. Pero una vez que sabemos que algo es caso de una cierta especie, podemos extraer un gran número de consecuencias acerca de lo que se puede esperar de eso"

Cuando Samaja asimila la abducción con la sustancia quiere mostrar que los rasgos, o el resultado como lo denomina Peirce, son los elementos sustanciales de la cosa y no meros accidentes. Es importante señalar que el ejercicio más complejo está en discriminar lo sustancial de lo accidental. Cómo se deslinda una cosa de la otra no es una tarea fácil. Uno de los ejemplos que utiliza Samaja para ilustrarlo es el de la regla del oro, que dice "Todo oro es amarillo". Si es amarillo, entonces es oro. Claro está que no todo lo amarillo es oro, por lo que deberá entenderse que la presencia de color amarillo como rasgo sustancial del oro, sólo podrá ser así interpretado en un determinado contexto, y no en otro. Relacionar el color amarillo con el oro es altamente probable en ciertas situaciones, pero es improbable en otra gran cantidad de casos.

Samaja identifica a la regla con la especie y al caso con el espécimen, es decir, la ocurrencia de la regla en un particular. El espécimen se caracteriza por mostrar una cierta configuración que es común a los demás miembros de la especie, y en cuya reproducción la especie existe como totalidad relacional.

Klimovsky (1995) al referirse a la abducción lo hace considerándola como una inferencia que posibilita una clase de explicación, la explicación potencial. Ésta es una explicación provisoria dado que no hay manera de contar con los datos que permitan construirla. Cuando los hechos dan cuenta de lo que se ha explicado potencialmente, la explicación potencial deja de ser tal para convertirse en una "explicación verdadera". El autor señala aquí que habría dos clases de modelos predictivos: el nomológico deductivo de Hempel, y el "antideductivo". En años posteriores, Klimovsky e Hidalgo (1998), refiriéndose a la explicación potencial, la nominan como una clase de explicación nomológico-deductiva, pero en realidad toda vez que se desconocen en realidad las condiciones antecedentes (aunque se las dé por supuestas), siendo tal inferencia, desde una perspectiva lógica, una falacia de la afirmación del consecuente. Desde la perspectiva peirceana, la deducción sólo es posible cuando el caso está plenamente identificado, lo que significa que se conocen los antecedentes y, por lo tanto, se puede predecir el consecuente. Justamente Hempel (1979) en su exposición sobre el modelo nomológico-deductivo, señala explícitamente que el *explanans* de la explicación se constituye de leyes, amén de la descripción de las condiciones iniciales, esto último ausente en la abducción.

Con respecto al papel de la abducción en los procesos de descubrimiento, dice Ecco que muchas de las denominadas deducciones de Sherlock Holmes son casos de

abducción creativa, es decir, casos donde ha sido "inventada" la regla. Ecco cree ver en la ciencia los mismos mecanismos de abducción creativa; y al respecto nombra como ejemplo la intuición copernicana del heliocentrismo. El autor supone que " Copérnico no observó las posiciones de los planetas como Galileo o Kepler. Imaginó un mundo posible cuya garantía era estar bien estructurado, gestálticamente elegante".

Un caso paradigmático en medicina, es el del descubrimiento de las causas de la "fiebre puerperal" enfermedad que producía elevada mortalidad posparto. En la clínica matenal de Viena (1846), el doctor Semmelweiss intentó explicar el origen de dicha enfermedad acudiendo a varias hipótesis plausibles, la elevada población de internas por sala, el stress por la falta de atención adecuada, las influencias epidémicas, etc. Ninguno de estos antecedentes parecía conectarse pertinentemente con la elevada mortalidad. Un hecho fortuito, la muerte del doctor Kolletschka, con síntomas muy semejantes a los de la fiebre puerperal lleva a pensar que ambos eran casos de una misma patología. Semmelweiss busca información sobre los antecedentes a la muerte de su colega y se informa que el doctor Kolletschka se había lastimado el dedo con un bisturí, durante una autopsia. Si Kolletschka había muerto a partir de ciertos elementos que se hallaban en el cadáver, también era factible que esas mismas partículas provocaran la muerte de las pacientes. Observaciones ulteriores confirman que luego de las autopsias, los estudiantes que colaboraban en ellas, revisaban a las pacientes de la primera sala, aquella donde la mortalidad era mayor. Semmelweiss concluye su investigación argumentando que las "partículas cadavéricas" portadas por los médicos luego de las autopsias, eran la causa de la "fiebre puerperal". Este es un caso de abducción creativa donde la regla nace por analogía, en la que el análogo, el caso Kolleschka, oficia de modelo del caso analogado, la fiebre puerperal. Ninguno de los hechos relatados se podían conectar sin la existencia de un patrón que sirviera para relacionar las diferentes situaciones dadas.

Debe hacerse notar que no en todos los casos de abducción creativa, la regla nace por analogía. Tal como lo afirma Ecco cuando se refiere a las concepciones de Copérnico, "el sistema ptolemaico carecía de elegancia, de armonía, como una pintura en la que el pintor hubiera reproducido todos los miembros sin formar con ellos un único cuerpo", y en este contexto la abducción nace como organizadora de lo percibido en una única pauta, el universo copernicano. No hubo aquí un análogo del universo, sino la incorporación de información dispersa que tomaban sentido al ser incluidas en el nuevo concepto de sistema solar.

Klimovsky cuando se refiere al descubrimiento de Neptuno lo ejemplifica como un caso de abducción, no obstante señala "Si se admitía que ese planeta se hallaba en tal o cual lugar, y que su masa y dimensiones eran tales o cuales, entonces era posible deducir, con las leyes newtonianas de la mecánica celeste, que las perturbaciones debían haberse producido de la manera observada". Para el autor la diferencia entre explicación potencial y explicación verdadera reside en su real confirmación por la evidencia empírica, no en el tipo de inferencia en juego, ya que ésta es, según su óptica, deductiva. Klimovsky asume una posición ambigua respecto de la abducción, pues, la muestra como propiciadora del descubrimiento pero sin deslindar claramente la diferencia de rol respecto de la deducción, la que al parecer también constituye una inferencia actuante en la explicación potencial.

Mill formula los cánones de los métodos experimentales, concibiéndolos como métodos para descubrir conexiones causales y también para demostrar la verdad de las hipótesis. El autor asimila los métodos a los razonamientos inductivos, en virtud de que

la ley causal habrá de construirse a partir de los efectos observados y del análisis de la situación antecedente. Qué antecedentes son relevantes y pueden constituirse en potenciales causas es una pregunta que sólo puede responderse en el marco de cierta disciplina, cierta especialidad, y cierto estado de cosas; lo que implica que el sujeto de conocimiento realiza una selección no arbitraria de posibles factores determinantes del fenómeno.

Para Klimovsky, la inducción en sentido amplio es "el proceso intelectual por el cual el científico, a partir de datos de la experiencia, accede a teorías que permitan explicarla. (Dicho proceso podría ser llamado un salto inductivo)". La operación que describe el autor no parece propia de la inducción, toda vez que esta inferencia parte de la observación, de tal manera que lo que se deriva de allí puede contener descripciones, mas no explicaciones.

Desde *Anibal Bar* se asume que tanto los métodos que describe Mill, como la inducción en sentido amplio de Klimovsky, no refieren a casos de inducción, sino de abducción. El "salto inductivo" a que alude Klimovsky no es posible sin adición de información, ajena a la descripción contenida en las generalizaciones empíricas. Esa nueva información le da sentido a la descripción tornándola en explicación. Así, una explicación se nutre tanto de información empírica dispersa como de nexos lógicos, o como dice Bateson, la explicación es el cartografiado de una tautología sobre una descripción. Sin duda que la ciencia se funda en "saltos", pero éstos no son de naturaleza inductiva, sino abductiva.

Lo que se ha denominado resultado en la estructura de la abducción (Peirce 1970) no es más ni menos que un código cargado de significado, un signo que indica algo de alguna cosa, algo unido a otra cosa que la precede. El signo no es la cosa, sino lo que la representa; es lo que da cuenta de lo ausente.

La conexión entre los dos hechos que se describen en la abducción (el signo y aquello a lo que está conectado) implican relaciones antecedente/consecuente (Bar 2001) que no deben verse necesariamente como causa/efecto tal como lo plantea Peirce, sino como sustancia/accidente (Samaja 1995), como estímulo/respuesta o como mera relación de orden. En un trabajo de *Anibal Bar* se denomina a cada una de ellas, abducción de causa, abducción de sustancia, abducción de estímulo y abducción de orden, respectivamente.

La abducción de estado o de sustancia da cuenta del sistema en un momento dado, mostrando estados de situación de las variables a la manera de una fotografía. Las abducciones de proceso rescatan al sistema en toda su dinámica, dando muestras de su comportamiento desde un estado inicial T_0 a un estado siguiente T_1 .

En el pensamiento de Peirce se ve que no es posible hacer abducciones adecuadas sin el adecuado manejo de la analogía, no sólo en lo que tiene de semejanza y de común o universal, sino en lo que tiene de diferencia y de particular. Es sobre todo importante para universalizar, dentro de un margen de vaguedad, para lo cual se requiere una especie de universal análogo, ni puramente unívoco, ni tampoco puramente equívoco, como si la vaguedad no pudiera ser dominada. La abducción supone que nuestro acceso al mundo no se da ni en la univocidad sola ni en la equivocidad sola, sino en la analogía. No en la univocidad sola, por imposible de lograr, pues solamente se da al límite, como un ideal regulativo. No en la equivocidad sola, porque contradice nuestra experiencia de que algo podemos conocer. En cambio, la analogicidad nos hace movernos con conocimientos vagos y provisorios, corregibles y mejorables, lo cual nos da un margen más abierto para manejar cognoscitivamente el mundo.

Esto responde a una inquietud que surge en estos tiempos. Se desconfía de la universalización y se va hacia lo particular. Con eso se ha caído en varios particularismos y relativismos. Muchos pensadores en la actualidad rechazan la capacidad de universalizar, y parecen obstinarse en no salir de lo particular y concreto. Creemos que Peirce nos proporciona un método para universalizar sin traicionar lo particular, para llegar a lo común son borrar de manera completa sus diferencias. Responde al mismo intento de Aristóteles con su teoría de la *apagogé* y al mismo intento de algunos escolásticos con su teoría de la analogía, de la analogicidad. Peirce nos da un tipo de conocimiento que lleva a superar tanto el relativismo caótico como el universalismo ingenuo, admitiendo la vaguedad, y tratando de reducirla lo más posible después de haberla reconocido en la realidad.

CONCLUSIÓN

Como conclusión del trabajo y para aclarar un poco más las nociones de *inducción*, *deducción* y *abducción* y los *tipos de signos* que intervienen en los razonamientos, presentamos - a modo de ejemplo - el análisis de pasajes de la película: "LOS SIETE PECADOS CAPITALES".

FUNDAMENTACIÓN DEL ANÁLISIS:

El signo, siguiendo a Peirce, debe ser entendido en relación con su objeto y con el interpretante; debe ser entendido bajo esa relación triádica: *signo - objeto - interpretante*.

El es, algo que está "por" una cosa "para" alguien, es el mediador que permite la transmisión de una idea (que es un signo mental) sobre una cosa, es lo interpretado en todo razonamiento. Pero, a su vez, el signo mismo también debe abordarse desde tres nociones; nociones que vendrían a ser "tipos" de signos. Así, el *signo* puede ser un *ícono*, un *índice* o un *símbolo*. Cabe acotar que esta tipificación no es excluyente, dado que un signo puede ser las tres cosas a la vez; por tal razón, lo que debe poder verse, aquí, es la importancia que toma una caracterización sobre otra (cosa que nos llevaría a decir que un signo es *principalmente* un ícono, o un índice, o un símbolo).-

Un *ícono* será aquel signo capaz de producir una idea semejante a la que el objeto representado, por dicho signo, produciría en la mente de alguien. Esto implica la semejanza (parecido) entre este signo y su objeto; semejanza que no sólo se da de una manera "física" (como podría ser el caso de una maqueta en relación con el edificio que representa), sino que puede darse en la manera como el signo representa la relación de las partes de su objeto (por ejemplo: un diagrama). Así, un signo es un ícono a la luz de las semejanzas que se encuentran entre él y su objeto, y, por tanto, de las semejanzas en las ideas que cada uno de ellos excita.

Un *índice* es un signo que tiene la capacidad de centrar la atención sobre un objeto, ya sea porque entre los dos existe una conexión real, o porque dicho signo fuerza a la mente a dirigirse sobre el objeto. De esta forma, el índice es un signo que no se queda en la simple semejanza sino que tiene la capacidad de transmitir información (conocimiento); el índice dice algo, recalca una parte de un objeto, o el objeto mismo, haciendo que la mente reaccione sobre eso. Aquí podemos ver que cuando se trata de razonamiento (como interpretación de signos) no es suficiente con tener íconos, sino que es necesario contar con índices.

Como dice Peirce en su artículo *¿Qué es un Signo?*, la reacción que provoca el índice en la mente no debe llevar a pensar que existe una conexión profunda entre dicho tipo de signo y la mente que interpreta. Esta conexión solo puede verse entre él y su objeto, y la mente no hace más que eso: observarla.

La conexión con la mente que interpreta sólo se da cuando el *signo* es tomado como *símbolo*; cuando éste ya no produce una simple reacción en aquella, sino que le permite *razonar, pensar*.

El *símbolo, la parte simbólica del signo, se llama concepto*; es lo que unifica, es lo que tiene sentido dentro de una comunidad (lo que hace pensar en una regla), y, por tal razón, es lo que llena de significado toda inferencia.

Así, si el razonamiento se basa en interpretación de signos, éste, necesariamente, debe manejar símbolos, ya que, si esto no fuera así, sería imposible hablar de *interpretación*. El símbolo es un aliado de la idea mental y ya no tanto del objeto (como ocurría en los íconos y en los índices); y esto es, lo que valida su relación con el objeto.

Los argumentos son la expresión de un razonamiento, el cual lleva a una creencia llamada *conclusión* y parte de creencias llamadas *premisas*. Este proceso de inferir algo de algo es lo que Peirce pretende caracterizar con los términos *deducción, inducción y abducción*.

Una inferencia puede ser del tipo deductivo (o analítico) o de tipo sintético; por su lado, una inferencia sintética puede ser del tipo inductivo o del tipo hipotético.

La *deducción* es un razonamiento mediante el cual se aplica una regla general, formulada en la *premisa mayor*, a un caso particular puesto en la *premisa menor*; es la aplicación de dicha regla a dado caso.

La *inducción* es una clase de razonamiento que pretende llegar, como conclusión, a un regla partiendo de casos, u observaciones, particulares.

La *abducción*, es la suposición (como conclusión) de que alguna cosa particular es un caso de una regla general.

... “Hay un pasaje de vital importancia en esta película, pasaje que permite hallarle el sentido a la misma”...

Este pasaje es el que muestra la relación entre los dos primeros asesinatos, es donde el detective Somerset descubre la “razón” de los asesinatos. Aquí, en primera instancia, podríamos rescatar una *inferencia deductiva* hecha por este detective: si aquello que se entiende por “los siete pecados capitales” puede ser un móvil que tiene un asesino para asesinar (regla), y si se tienen dos asesinatos fuertemente relacionados con dicho móvil (caso), se concluye que el mismo asesino es quien a perpetrado los dos asesinatos.

La conclusión de este argumento se presenta como algo que *tiene que ser*. Por otro lado, en este mismo pasaje, se podría rescatar una *abducción* que se presentaría de la siguiente forma: si lo que se entiende por “los siete pecados capitales” es el móvil que un asesino tiene para matar a siete personas, y si un asesino ha matado a dos personas y ha dejado indicios de haberlo hecho siguiendo esta regla, se concluye, a manera de hipótesis, que el asesino matará a otras cinco personas. Aquí se ve cómo la particularidad de dichos asesinatos puede ser tomada, a manera de hipótesis, como un caso de aquella regla.

Por último, sólo nos faltaría dar un ejemplo de *inducción*, ejemplo que no lo tomaremos de este pasaje sino de otro posterior. En este pasaje, el detective Somerset

llega a la conclusión, como regla, de que ellos (los dos detectives) sólo están limitados a recoger y armar las piezas sueltas que el asesino les deja. El razonamiento es el siguiente: si los dos primeros asesinatos los ha cometido el mismo hombre y si los ha cometido de manera tal que sólo es posible recoger y armar las piezas sueltas que él deja, se concluye, como regla, que los siguientes asesinatos (los otros cinco) los va a cometer de manera tal que sólo será posible recoger y armar las piezas sueltas que él deje.

Con estos ejemplos se puede esclarecer más la noción de *inducción* y *abducción*; el ejemplo dado, en párrafos anteriores, para la deducción, no es el más oportuno. Podríamos dar otro más claro: cuando los detectives buscan sospechosos de los asesinatos, su búsqueda se centra en lo hábitos de lectura y, por tal razón, infieren lo siguiente: *Es sospechoso en el caso aquel que haya sacado determinados libros de la biblioteca. Juan Pérez ha sacado dichos libros. En conclusión, Juan Pérez es sospechoso.*

Para terminar, pasando a la identificación de los diferentes tipos de signos en la película, tomaremos aquellos que están presentes en los pasajes anteriormente expuestos y, así, podremos ver algunas relaciones existentes entre las dos clasificaciones. Como sabemos, *todo razonamiento conlleva a una interpretación de signos y, por tal razón, todo signo debe tener una parte simbólica.* Así, cuando se habla de “los siete pecados capitales” esto es algo que simboliza a ciertas actitudes humanas condenadas en una concepción católica del mundo. Esto es *un símbolo* en la medida en que reúne a dichas actitudes bajo un solo *signo*; es algo que le da sentido a todo argumento que busque interpretarlo, algo que permite una generalización conceptual a la manera de una idea.

De esta manera, *la función de todo símbolo en todo razonamiento es llenarlo, a este último, de significado.*

Por otro lado, podemos tomar como *índices* las palabras “gula” y “avaricia” escritas en las escenas del crimen. Estas palabras son las que fuerzan la mente a pensar en los siete pecados capitales, son las que conllevan a inferir al detective Somerset que los dos primeros asesinatos tienen como única explicación el castigo que alguien impone a las personas que cometen dichos pecados.

Aquí podemos resaltar la estrecha relación entre *un índice* y *una abducción*: el *índice* sería aquello que señalaría hacia la posible *hipótesis* (se tienen dos pecados castigados, de lo cual se infiere que posiblemente se castigarán los otros cinco). Por último, podemos tomar como *ícono* la “obra” entera del asesino cuyo objeto son los pecados capitales y sus castigos; ésta, sería un *ícono* de dicha relación (pecado – castigo).-

ANEXO 1: ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE INFERENCIAS EN LOS MOMENTOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE UN DISEÑO DE CLASE PRESENTADO EN EL MÓDULO 1 “

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
CÁTEDRA: MATEMÁTICA II

NIVEL UNIVERSITARIO

TÍTULO DE LA CLASE TEÓRICA: Teorema fundamental del cálculo integral
Regla de Barrow

TÍTULO DE LA CLASE PRÁCTICA: Cálculo de áreas planas como aplicación de la integral definida

OBJETIVOS:

- Definir e interpretar geoméricamente la integral definida.-
- Representar gráficamente y calcular áreas planas usando integrales definidas.-
- Valorar el uso y manejo de la integral definida como herramienta de cálculo en la resolución de problemas.-

Esta clase se desarrollará en un 2º año en la Facultad de Ciencias Económicas, durante el segundo cuatrimestre.

En la preparación del tema el docente fija los lineamientos de la enseñanza, buscando optimizar la efectividad de la dirección del proceso de aprendizaje, para ello:

- *fija los objetivos que constituyen un puente cognitivo (Ausubel).*
- *analiza la correlación de los conocimientos que supone que los alumnos saben, los que va a aprender y las habilidades que se pretenden alcanzar para lograr que los mismos se comprometan en la utilización de los saberes en la resolución de situaciones problemáticas (Talizina)*

MOMENTO 1:

INICIO DE LA CLASE:

En la clase anterior hemos visto: la integral definida según Cauchy,

$$A = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \delta \rightarrow 0}} \sum_{i=1}^n A_{med, i} = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \delta \rightarrow 0}} \sum_{i=1}^n f(c_i)(x_i - x_{i-1}) = \int_a^b f(x) dx \quad \text{Pistas tipográficas. Ausubel}$$

Algunas propiedades de la integral definida, como la aditiva en el intervalo:
 $\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$ siendo c un punto intermedio del intervalo $[a, b]$;
 entre otras.

También vimos el teorema del Valor Medio del Cálculo Integral:

$$\int_a^b f(x) dx = f(\xi)(b-a)$$

Pistas tipográficas. Ausubel

En este primer momento, se retoma lo dado en la clase anterior, las ideas previas de "la Integral Definida según Cauchy" y sus propiedades, junto con el "Teorema del Valor Medio del Cálculo Integral" pasarán a ser ideas relevantes (Ausubel), que servirán de anclaje cuando el docente plantee las actividades, buscando recircular la información desarrollada previamente.

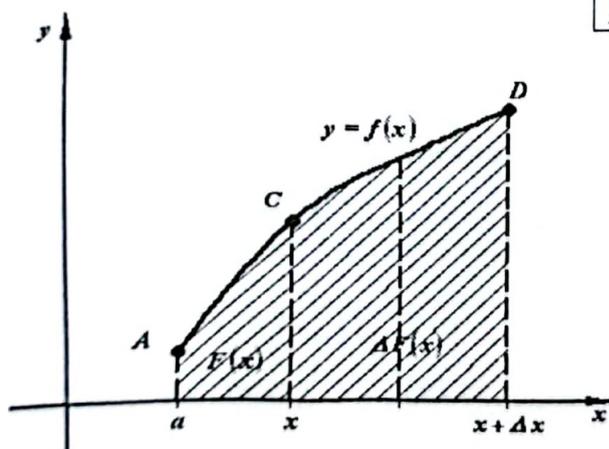
MOMENTO 2:

DESARROLLO

Hoy nos ocuparemos de la FUNCIÓN INTEGRAL

$$F(x) = \int_a^x f(x) dx$$

DEDUCCIÓN - PARTIMOS DE
 PREMISAS GENERALES PARA
 LLEVARLOS A RESOLVER CASOS
 PARTICULARES.



Consideramos $f(x) > 0$, el valor de $F(x)$ será numéricamente igual al área del trapecio curvilíneo $aAcx$. Obviamente, esta área sería una función de "x" y este es uno de los problemas del cálculo integral: calcular el área limitada por una función, el eje de las abscisas y las rectas "x = a" y "x = b".

En el momento 2 se presenta el título, este es expresado en forma oral y también escrita por el docente en el pizarrón. La importancia del tema del día se da en la medida que

los alumnos relacionen "lo nuevo" con "lo viejo", en esta etapa el docente guía al alumno y lo lleva a recordar, no se realizan interrogantes, salvo que se manifiesten dudas o que el profesor detecte que los conceptos previos no son recordados, entonces mediante cuestiones del tipo ¿qué indica la sumatoria?, ¿qué sucede si las particiones tienden a infinito?, ¿a qué tiende el límite?, lo va induciendo al alumno a "recordar" y es en ese preciso instante donde las ideas previas se transforman en relevantes, ya que al vincular lo dado con la "Función Integral" a desarrollar, se relaciona lo nuevo con lo dado, lo desconocido pasa a ser familiar, y mediante el Teorema del Valor Medio del Cálculo Integral se puede inducir al alumno a un concepto elemental del cálculo del área, relacionando a la diferencia $(b-a)$ con la base de un rectángulo y a $f(\xi)$ con la altura del mismo rectángulo que al multiplicarse se estaría calculando el área encerrada por la figura. (Aprendizaje significativo de Ausubel)

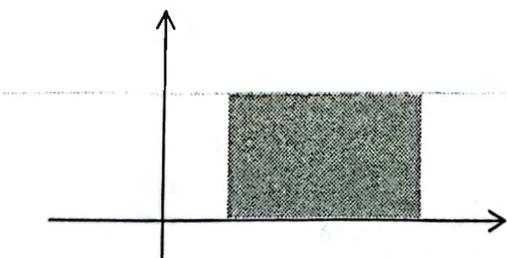
Con la presentación de este gráfico se recurre a la "ilustración" (Ausubel), una representación "tipo": es un gráfico que encierra un concepto más general y abstracto, el docente no se limita a un ejemplo, expresa un concepto y lo ilustra en forma general, con "letras", sin valores numéricos. En este momento también pueden surgir cuestiones del tipo ¿por qué $f(x)$ es mayor que cero?, ¿qué figura se está encerrando en la ilustración?

Luego de esta presentación el profesor llega a un Momento distinto de la clase donde plantea ejemplos que conducen a los alumnos al cálculo de áreas de figuras poligonales conocidas que van desde el rectángulo a un triángulo, y luego en figuras cuyos lados no son rectas... ¿qué podemos hacer?... Preguntas intercaladas (Ausubel)

MOMENTO 3:

Consideremos algunas funciones:

1) Si $f(x) = 3$ ¿Cuánto vale el área de la zona sombreada?



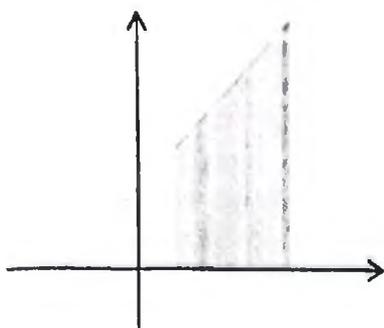
(1)

INDUCCIÓN - DE LO PARTICULAR LLEVAMOS A LOS ALUMNOS A LO MÁS GENERAL DENTRO DE "TIPOS DE PROBLEMAS"

En este caso podemos recurrir a una de las fórmulas geométricas conocida:

$$\text{Área } \square = b \cdot h = 5 \cdot 3 = 15 \text{ u. de a.}$$

2) Si $f(x) = x + 2$



$$\text{Área } \square = \frac{(B+b) \cdot h}{2} = \frac{(6+3) \cdot 3}{2} = \frac{27}{2} \text{ u. de a.}$$

(1)

3) Pero: ¿podemos utilizar siempre estas fórmulas en el cálculo de áreas planas encerradas por cualquier función y alguno de los ejes? Conflicto Cognitivo. Ausubel.

La teoría de la formación por etapas de las acciones mentales de Galperin se refleja en las formas materiales, las acciones perceptivas, la forma verbal externa de la acción y la forma mental de la acción realizada en este proceso de enseñanza-aprendizaje, presentadas en esta secuencia de cálculo de áreas.

Según Vigostky las funciones psicológicas superiores tienen una estructura mediatizada (mediación semiótica) y solo pueden ser comprendidas mediante el estudio de los instrumentos que actúan como mediadores que se encuentran explicitados en la secuencia presentada

Según Piaget se da el proceso de las tres A, asimilación (1), acomodación (2) y adaptación (3).

MOMENTO 4:

Veamos otros ejemplos: $f(x) = x^2$

ANALOGÍA- ABDUCCIÓN
 LOS ALUMNOS PODRÍAN
 ARRIESGAR HIPÓTESIS

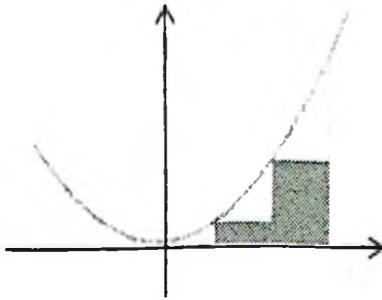


(2) Acomodación

El cálculo del valor del área bajo la curva no será tan sencillo como en los casos anteriores. Una forma de hacerlo es subdividiéndolo en rectángulos de base cada vez más pequeña.

¿Cuánto vale el área ocupada por los rectángulos en cada uno de los casos? Pregunta intercalada y motivadora (Ausubel)

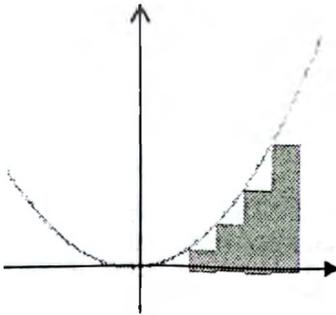
a)



$$A = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 4 = 5 \text{ u. de a.}$$

(3) Adaptación

b)



$$A = 0,5 \cdot 1 + 0,5 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 4 + 0,5 \cdot 6 = 6,75 \text{ u. de a.}$$

c) Si ahora subdividimos en ocho rectángulos, tenemos:

Base · altura = área

$$0,25 \cdot 1,00 = 0,25$$

$$0,25 \cdot 1,56 = 0,39$$

$$0,25 \cdot 2,25 = 0,56$$

$$0,25 \cdot 3,06 = 0,77$$

$$0,25 \cdot 4,00 = 1,00$$

$$0,25 \cdot 5,06 = 1,27$$

$$0,25 \cdot 6,25 = 1,56$$

$$0,25 \cdot 7,56 = \underline{1,89}$$

$$7,68$$

Si viéramos más términos de la sucesión y calculásemos el límite, tendríamos:

$$\text{Áreas} = \{5; 6,75; 7,68; 8,17; 8,42; 8,54; 8,6; 8,63; 8,65; \dots\} \rightarrow 8,67$$

El docente los lleva a calcular el área realizando sucesivas particiones de la misma en regiones rectangulares, y a medida que más particiones se realicen la suma de las áreas de los rectángulos se irá aproximando al área encerrada debajo de la curva.

De esta forma se construye el andamiaje sobre el cual se cimentará los nuevos saberes (Bruner); se pone de manifiesto la zona de desarrollo próximo (ZDP) que es la distancia entre el nivel de desarrollo determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial determinada a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto (docente) Vigostky

MOMENTO 5:

Esta forma de calcular áreas mediante un límite fue inventada por los griegos hace más de 2000 años, uno se da cuenta de que es una forma bastante laboriosa.

Para suerte nuestra a partir del siglo XVII se volvió a estudiar el problema y se descubrió una relación entre el cálculo de áreas y la derivación de funciones. Dicha relación que recibe el nombre de TEOREMA FUNDAMENTAL DEL CÁLCULO permite calcular mucho más fácilmente este tipo de problemas.

Se recurre a la Historia de la Matemática, llevándolos a reflexionar sobre la herramienta útil que nos dejaron los matemáticos... ¿cuánto tardaríamos hoy para calcular el área de figuras más complejas si no tuviéramos este teorema?. Influencia del desarrollo socio-histórico-Vigostky y la formación del pensamiento teórico de Davidov

En esta etapa se presentan en Power Point Notas Históricas y ejemplos de cómo evolucionó el concepto de área gracias al cálculo Integral.

MOMENTO 6:

Teorema de la función área ó Teorema fundamental del cálculo

$f_{(a)}$, función definida y continua en $[a; b]$, $F(x) = \int_a^x f(x) dx$, $\forall x \in [a; b]$ es derivable, y su derivada $\forall x \in (a, b)$: $F'(x) = f(x)$.

Demostración: $F'(x) = f(x)$, $\forall x \in (a, b)$ a probar (por definición de derivada ó Regla General de Derivación)

$$F(x) = \int_a^x f(x) dx$$

$$F(x+\Delta x) = \int_a^{x+\Delta x} f(x) dx - \int_a^x f(x) dx = \int_a^x f(x) dx + \int_x^{x+\Delta x} f(x) dx - \int_a^x f(x) dx$$

↑ Propiedad aditiva del intervalo Análisis Ausubel

$$F_{(x+\Delta x)} = \int_a^{x+\Delta x} f(x)dx = \Delta x \cdot f(\xi)$$

↑ Por el T. del valor medio del cálculo integral en $[x; x + \Delta x]$

Analogía
Ausubel

$$\frac{F_{(x+\Delta x)} - F_{(x)}}{\Delta x} = \dots \Rightarrow F'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{F_{(x+\Delta x)} - F_{(x)}}{\Delta x} = \lim_{\xi \rightarrow x} f(\xi) = f(x)$$

$$\therefore F'(x) = f(x)$$

Luego, $F_{(x)}$ es una función tal que $F'(x) = f(x)$, es decir que es una función primitiva de $f(x)$.

Como consecuencia de este teorema veremos la REGLA DE BARROW:

$G_{(x)}$ es una primitiva de $f_{(x)}$, función continua en $[a; b] \Rightarrow \int_a^b f(x)dx = G(b) - G(a) =$

$$G_{(x)} \Big|_a^b = [G_{(x)}]_a^b$$

Demostración:

$G_{(x)}$ es una primitiva de $f_{(x)}$; $F_{(x)} = \int_a^x f(x)dx$ es una primitiva de $f_{(x)}$

$$\therefore F'(x) = G'(x) = f(x)$$

Por el Teorema Fundamental del Cálculo Integral (2ª consecuencia de Lagrange):

$$F_{(x)} = G_{(x)} + C$$

$$F_{(x)} = \int_a^x f_{(x)}dx = G_{(x)} + C$$

Para determinar el valor de la constante C, hacemos $x = a$ y por propiedad cuando los extremos de integración son iguales, la integral es igual a cero:

$$\int_a^a f(x)dx = G(a) + C = 0 \Rightarrow C = -G(a) \therefore \int_a^x f(x)dx = G(x) - G(a)$$

$$\text{Si hacemos } x = b: \int_a^b f(x)dx = G(b) - G(a) = G(x) \Big|_a^b = [G(x)]_a^b$$

$$\text{Ejemplo: } \int_1^2 x^2 dx = \frac{x^3}{3} \Big|_1^2 = \frac{8}{3} - \frac{1}{3} = \frac{7}{3}$$

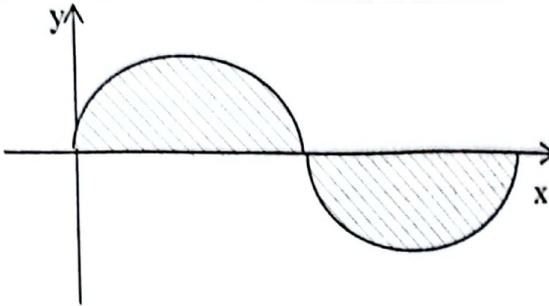
Según Nina Talizna la dirección de la actividad cognoscitiva en la educación superior presupone el señalamiento de las características fundamentales que deben tener las acciones: su nivel de generalización y la creación de la forma material o materializada de la acción. La formación del pensamiento teórico de los estudiantes debe priorizarse en la educación superior.

MOMENTO 7:

ETAPA FINAL DE LA CLASE:

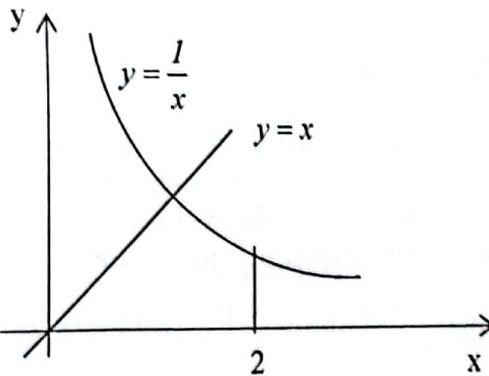
UNA APLICACIÓN DE LA INTEGRAL DEFINIDA: CÁLCULO DE ÁREAS

1) Hallar el área limitada por la función $f(x) = \text{sen}x$ entre 0 y 2π .



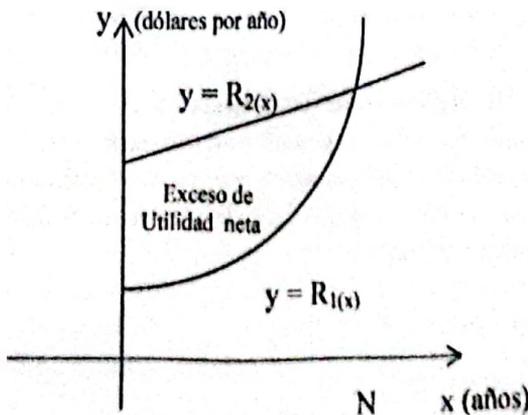
2) Hallar e:
 $y = \frac{1}{x}$ y es

se encuentra bajo la curva
 $x = 2$.



3) **Aplicación a la economía:** Exceso de utilidad neta

Supóngase que dentro de x años dos planes de inversión generarán utilidades a las razones de: $R_1(x)$ y $R_2(x)$ dólares al año respectivamente, y que para que los próximos N años la razón $R_2(x)$ será mayor que la razón $R_1(x)$, como se ilustra en la figura



Las funciones $R_{2(x)}$ y $R_{1(x)}$ representan las razones a las que los planes segundo y primero generan la utilidad, respectivamente. Por consiguiente, su diferencia, $R_{2(x)} - R_{1(x)}$ representa la razón a la que la utilidad generada por el segundo plan excede la del primero, y el exceso de utilidad neta generado por el segundo plan durante los próximos N años es la integral definida de esta razón de cambio desde $x = 0$ hasta $x = N$. Es decir,

$$\text{Exceso de utilidad neta} = \int_0^N [R_{2(x)} - R_{1(x)}] dx =$$

Que puede interpretarse geoméricamente como el área entre las curvas $y = R_{2(x)}$ y $y = R_{1(x)}$ desde $x = 0$ hasta $x = N$.

A continuación damos los siguientes problemas como actividad autogestionaria, que involucran aplicaciones al campo profesional. Los mismos los retomaremos y corregiremos en la próxima clase.

Problema N° 1:

Supóngase que dentro de x años un plan de inversión generará utilidades a la razón de $R_{1(x)} = 50 + x^2$ dólares por año, mientras que un segundo plan lo hará a la razón de $R_{2(x)} = 200 + 5x$ dólares por año.

- ¿Durante cuántos años será más rentable el segundo plan?
- Calcular el exceso de utilidad neta, si se invierte en el segundo plan, en lugar del primero, durante el período expresado en el ítem anterior.
- Explicar el exceso de utilidad neta del ítem b como el área entre dos curvas.-

Problema N° 2:

Remitiéndose al problema anterior, lanzar una hipótesis acerca de cuántos años será rentable el segundo plan si se toma $R_{2(x)} = 200 + 4,5x$ en lugar de la dada en el problema 1. Trazar la gráfica de la ecuación original $R_{2(x)} = 200 + 5x$, la nueva $R_{2(x)} = 200 + 4,5x$ y $R_{1(x)} = 50 + x^2$ en el mismo conjunto de ejes de coordenadas para comprobar la hipótesis.-

Pedagogía autogestionaria. La presentación y resolución de estos problemas se fundamenta en considerar que los alumnos son sujetos con responsabilidad de participar, aprender y perfeccionarse activamente. La posterior discusión comunitaria de los problemas disminuyen la tensión que provocan. El problema tratado es tarea del todo el grupo, cuya solución afecta a todos.

BIBLIOGRAFÍA

- Uwe Wirth, "El Razonamiento Abductivo en la Interpretación según Peirce y Davidson", Univ. J. W. Goethe, Frankfurt, Alemania.
- Anfbal Bar, "Abducción. La Inferencia del Descubrimiento" Cinta de Mochio No. 12. Diciembre 2001. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile.
- Mauricio Beuchot, "Abducción y Analogía", UNAM, México.
- Charles S. Peirce, "Deducción, Inducción e Hipótesis", (1878)-Traducción castellana y notas de Juan Martín Ruiz-Werner (1970).
- Jaime Nubiola, "La Abducción o Lógica de la Sorpresa", Revista 21- Doc. de Internet.
- Carlos Ortiz de Landáurri, "De Kant a Peirce, cien años después (a través de Kart Otto Apel).
- Roberto Gomez López. "Evolución Científica y Metodológica de la Economía"
- AA.VV. (1998)-"Pensamiento científico", CONICET, Buenos Aires.
- Abad P., J.J. y C. Díaz H. (1996)-"Historia de la Filosofía", Mc Graw Hill/Interamerica de España, Madrid.
- Ajdukiewicz, K. (1994)-"Introducción a la Filosofía. Epistemología y metafísica", Cátedra, Madrid.
- Aldao, C.M. (1998)-"La parodia de Alan Sokal y la concepción de la ciencia", Revista Nexos, UNMP, No.9, Año 5, 8-11.
- Boido, G. (1998)-"Noticias del planeta Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica", A-Z editores, Buenos Aires.
- Bunge, M. (1997)-"La ciencia. Su método y su filosofía", Editorial Sudamericana, Buenos Aires.
- Burucúa, J.E. y G. M. Glastman (1996)-"Pensamiento científico. Historia de la idea del progreso", CONICET, Buenos Aires.
- Castañeda G., J. (1995)-"Métodos de Investigación", tomo 1, McGraw-Hill, México.
- Castañeda G., J. (1995)-"Métodos de Investigación", tomo 2, McGraw-Hill, México.
- Copi, I. (1992)-"Introducción a la lógica", EUDEBA, Buenos Aires.
- De Asúa, M. (1997)-"Sokal ataca de nuevo", Ciencia Hoy, Vol.8, No.43, 19-28.
- Delgado, J.M. y J. Gutiérrez, eds. (1995)-"Métodos y técnicas cualitativas de investigación en Ciencias Sociales", Síntesis, Madrid.
- Flichman, E. y A. Pacífico (1995)-"Pensamiento científico. La polémica epistemológica actual", CONICET, Buenos Aires.
- Habernas, J. (1994)-"Ciencia y técnica como ideología", Tecnos, Madrid.
- Hall, A.R. (1985)-"La revolución científica 1500-1750", Editorial Crítica, Barcelona.
- Hernández S., R.; C. Fernández C. y P. Baptista L. (1991)-"Metodología de la Investigación", McGraw-Hill, México.
- Klimosky, G. (1995)-"Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología", A-Z editora, Buenos Aires.
- Kuhn, T. (1995)-"La estructura de las revoluciones científicas", Fondo de Cultura Económica, México.

- Marías, J. (1985)-"Historia de la Filosofía", Alianza Universidad Textos, Madrid.
- Nápoles V., J.E. (1998)-"Metodología de la Investigación Científica. Apuntes como (pre)texto", Material Docente, UCP, Corrientes.
- Nápoles V., J.E. y R. Borges (1990)-"Acerca de Descartes y la Geometría Analítica", Bol. SCMC, No.12, , 9-15.
- Rodríguez K., A. (1996)-"Ciencias duras vs. Ciencias blandas ¿una disociación esquizoide o una relación perversa?", Propuestas, UN de la Matanza, Año II, No.4, 45-52.
- Samaja, J. (1993)-"Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica", EUDEBA, Buenos Aires.
- Schuster, F.G. (1997)-"Pensamiento científico. Método y conocimiento en ciencias Sociales. Humanismo y ciencia", CONICET, Buenos Aires.
- Pérez Pantaleón, Guillermo. La problemática del aprendizaje y la práctica pedagógica en la educación matemática. 2005.
- Piaget, Jean. Estudios de Psicología genética. Emece Editores.1992
- Chercasky, Susana. Modelos didácticos. 2003
- www.xtec.es/-jlagares/integral.esp/inte50.htm
- Hoffman, Laurente-Bradley, Gerald. Cálculo para administración, economía y ciencias sociales. Mc Graw Hill. 6º edición.1997