

F011
57.0145
2

09395

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
Proyecto Multinacional de Tecnología Educativa

ALTERNATIVAS I

Formulación, Análisis y Selección

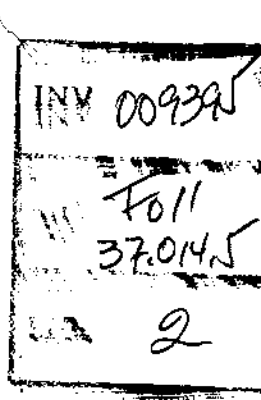
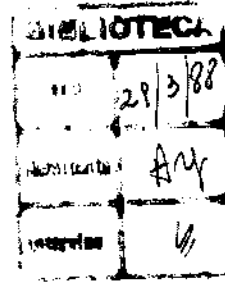
Profesor LUIS TORCHIA

Serie de Cuadernillos Tecnológicos

ARGENTINA - 1975

F011
37.014.5

Proyecto Multinacional de Tecnología Educativa
MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS



ALTERNATIVAS I

Formulación, Análisis y Selección

Profesor LUIS TORCHIA

11502

CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y COMUNICACIÓN EDUCATIVA
Paraguay 1657 - 1er. piso
1052 Buenos Aires - República Argentina

ARGENTINA - 1975

Del mismo autor:

ALTERNATIVAS II

Selección de ALTERNATIVAS
en Estado de
CERTIDUMBRE, RIESGO e INCERTIDUMBRE

Buenos Aires 1975

Serie de Cuadernillos Tecnológicos

solicitamos canje
desideriamo permutare
desejamos permutar
Um austausch
nous vous prions d'établir échange
we wish to establish exchange

*"Lo que puedo hacer, cuando es
lo que no debo hacer, debiera
ser lo que no puedo hacer"*

Antonio Porchia

OBJETIVO: Dar a través de este cuadernillo, una metodología tecnológica que permita al lector manejar alternativas de solución, uniendo a su propio ingenio un procedimiento científico.

I - FORMULACION DE ALTERNATIVAS

Uno de los puntos esenciales en el Análisis de Sistema es sin duda alguna el de tomar la decisión que permita, entre varias alternativas de solución, seleccionar la mejor.

Pero para llegar a esta selección es necesario aún después de analizado el problema, recorrer mucho camino.

Las alternativas deberán basarse en las variables que queden bajo control del que deba tomar la decisión. En otras palabras, significa que quien decide, dispone de formas alternativas para utilizar sus recursos.

La que escoja, constituirá su acuerdo respecto a lo que hará con las distintas variables (recursos) que quedan bajo su control.

(Quedan incluidos en términos RECURSOS los humanos y los no humanos, aceptándose como tales, también, el tiempo, el esfuerzo personal, el talento, la capacidad y la experiencia).

En principio podemos afirmar que para cada problema hay un número muy grande —a veces ilimitado— de posibles soluciones; pero hay también muchos factores que limitan el número de alternativas con verdade-

ras posibilidades para solucionar el problema en cuestión.

En primer lugar se considerará inaceptable toda alternativa que viole cualquier ley.

Por extensión lo mismo sucederá con las que violen las costumbres sociales y pautas establecidas por la opinión pública.

Estas últimas restricciones —para formular alternativas— muchas veces auto-impuestas se conocen como políticas; y se aplican para aquellas situaciones no previstas en la ley (Aparte de la política primordial de no violar la ley).

En este sentido las políticas son la colección de principios y reglas cuyo fin es guiar los pasos de los responsables de formular primero, de analizar más tarde y finalmente de tomar la decisión de elegir la alternativa mejor.

Las políticas relevan al analista, de la necesidad de formular y examinar gran número de posibilidades.

Muller y Starr, aclaran el punto con un ejemplo:

"Sería imposible —dicen— jugar un buen partido de ajedrez si cada una de las posibles colocaciones de las piezas en el tablero hubiese de interpretarse como una situación única.

Para cada posición hay tantas variantes, que el jugador que no se guíe por alguna política tendrá que jugar de memoria o al azar.

La política del ajedrez (principios establecidos sobre la base de configuraciones generales) permiten al jugador descontar un gran número de variantes indeseables.

Las descarta por clases y no de una en una.

A estas **restricciones necesarias** para formular alternativas, se le suman lamentablemente otras que no se oponen de manera alguna a las metas sociales, legales o de políticas y se manifiestan de 2 maneras:

- 1) como aceptación no pensada de convencionalismos y costumbres;
- 2) como desgano personal a tomar en cuenta determinadas clases de cambio. En estos casos se da por aceptado el STATU QUO.

Al formular las distintas alternativas posibles conviene tener en cuenta para su validez, que:

- 1) Los problemas difícilmente puedan solucionarse a través de un solo objetivo, generalmente tendremos que satisfacer múltiples objetivos.
- 2) Estos objetivos múltiples no siempre están en el mismo camino, y muchas veces pueden presentar conflictos entre ellos que pueden llegar a suboptimizar la solución.
- 3) También pueden surgir conflictos entre los objetivos del problema y los objetivos personales y/o institucionales de los grupos que deban implementar la alternativa que se seleccione. Estos conflictos serán también causa de SUBOPTIMIZACION.
- 4) Es necesario establecer un grado adecuado de posible suboptimización ya que ésta también se da en el tiempo.
- 5) Es necesario ser racionales.

Por lo tanto formularemos alternativas que sean:

- 1) **VALIDAS:** Es decir que el conjunto de acciones que constituyan cada alternativa, sirvan de manera, REAL Y RACIONAL, como posible solución del problema que

determinó su formulación. Cada alternativa servirá para alcanzar el objetivo o **Los Objetivos** que se persiguen (Responderían a la pregunta PARA QUE?).

- II) **FACTIBLES:** Es decir que pueda llevarse a cabo, también de manera REAL Y RACIONAL.

Siendo necesario además, establecer:

- a) LA NATURALEZA de todas las acciones que integran cada alternativa.

Respondería a la pregunta QUE

- b) Quién o quiénes deberán realizar dichas acciones.

- c) El tiempo para iniciar y desarrollar las mismas.

- d) El lugar donde se llevará a cabo.

- e) La manera cómo se llevará a cabo (Se refiere a procedimientos, métodos, etc.).

II - ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez formuladas la mayor cantidad posible de alternativas válidas y factibles, de acuerdo con lo enunciado anteriormente, es necesario tomar cada alternativa por separado—sin apartarla del marco de referencia que le proporciona el problema para cuya solución fue formulada—y hacer su análisis bien detallado, verificando todas las conclusiones extraídas y si es necesario reiterarlo. Naturalmente, pueden aplicarse algunas técnicas para este análisis, pero no como reglas fijas que deban seguirse rigurosamente.

Generalmente ocurren situaciones que nos obligan a pensar y a decidir sobre algo que no podemos realmente verificar en sus consecuencias.

A veces tenemos que aceptar criterios subjetivos que posibilitan—de alguna manera—medir las alterna-

tivas y clasificarlas consecuentemente de una manera relativa.

Siendo así, todo lo que podemos establecer son secuencias lógicas que facilitan el análisis, pero los resultados dependerán únicamente de la habilidad del analista.

La presente secuencia podrá servir de ayuda.

- 1) Formular las diferentes alternativas de manera tal que presenten racional y real posibilidad de alcanzar los objetivos.
- 2) Establecer los criterios apropiados para su posterior selección (De acuerdo con cada problema).
- 3) Examinar los riesgos.
- 4) Evaluarlas teniendo en cuenta las variables que puedan ser controlables, como por ej.:

4.1 Recursos humanos.

4.2 Recursos no humanos.

4.3 Infraestructura.

4.4 Cambios estructurales necesarios.

4.5 Aspectos de modernización sin cambios estructurales.

4.6 Posibilidad de aceptación por parte del grupo:

1 - que debe llevarse a cabo

2 - al que va dirigido

3 - comunitario

Veamos ahora cuáles son los parámetros que debemos tener en cuenta con más frecuencia para el análisis de alternativas. Estos son: COSTOS - TIEMPO - EFECTIVIDAD - y la relación de las combinaciones COSTO - EFECTIVIDAD y TIEMPO-EFECTIVIDAD.

1 PARAMETROS

1.1 Costos

El costo es sin duda uno de los parámetros que tienen singular importancia para juzgar una alternativa.

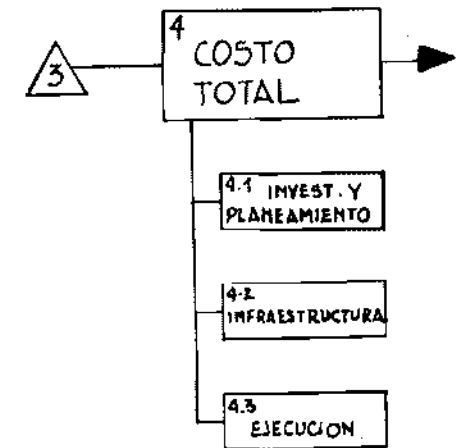
La probabilidad de éxito aumentará si poseemos buenos estudios preliminares (continuados durante el desarrollo de la misma) que permitan determinar los principales factores que puedan influir sobre ella tales como: efectividad - costo - tiempo - confiabilidad - flexibilidad y otros.

Estos estudios deben considerarse también como partes del costo, siempre que sea posible, conviene ejecutar un plan piloto.

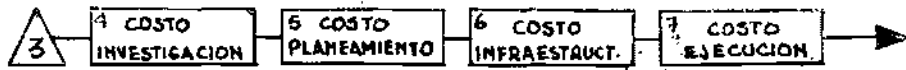
La experiencia nos enseña que una de las pocas cosas que podemos afirmar con seguridad—sobre una alternativa— es que el costo para llevarla a cabo, no será nunca menor que el estipulado inicialmente. Es conveniente por lo tanto dar un margen para no quedarnos en el camino.

El análisis de costo puede hacerse para la totalidad de la alternativa (INVESTIGACION - planeamiento - infraestructura - ejecución) o para cada una de sus fases por separado.

COSTO PARA LA ALTERNATIVA TOTAL



El análisis de costo puede abordarse desde 2 puntos de vista:



1) Cuando las características de la alternativa ya están determinadas.

Los costos deben hacerse sobre esa base.

(El costo total será la suma de los costos estimativos de cada parte).

2) Cuando el costo es fijo (variable no controlable). Las características de la alternativa habrán de fijarse dentro de ese costo.

En este caso las características de la alternativa están subordinadas al costo, y nuestras posibilidades tendrán que adaptarse a esta restric-

ción de la manera más eficaz y compatible.

1.2 Tiempo

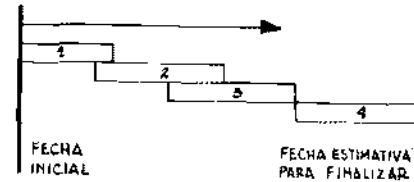
Es necesario determinar el tiempo probable para desarrollar toda la alternativa y los tiempos para cada una de las fases que la componen.

Generalmente el T_t (tiempo total) es menor que la suma de los tiempos de sus partes, porque normalmente ocurre que el desarrollo de alguna de sus partes sea realizado en forma paralela.

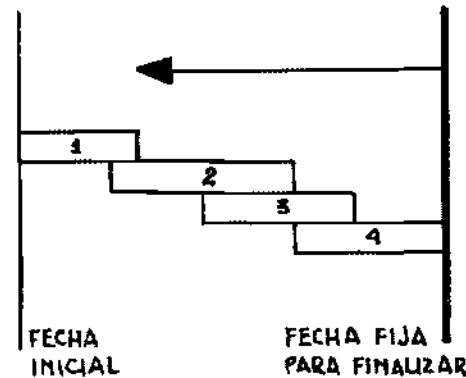
Por lo tanto:

$$T_T < T_F + T_p + T_e + T_E$$

Tiempo REQUERIDO para llevar a cabo la ALTERNATIVA.



Tiempo DADO para llevar a cabo la Alternativa.



En este último caso puede ocurrir que resulte imposible terminar en la fecha fijada porque es necesario un tiempo mínimo para su ejecución.

Para llevarla a cabo en menor tiempo puede requerirse un costo adicional (por ej. horas extras).

También la alternativa puede verse perjudicada en alguna de sus características al acortarse el tiempo.

Es fundamental para determinar el tiempo estimativo tener en cuenta el grado de EFECTIVIDAD requerido y los costos.

1.3 Efectividad

Para llegar al concepto de efectividad creemos conveniente, de manera sintética, recordar otros.

OBJETIVO: Es la conducta que deseamos alcanzar.

ALTERNATIVAS: Son las diferentes

acciones posibles para alcanzar los objetivos.

Escala de efectividad: Es la escala indicadora de los diferentes grados en que pueden cumplirse los objetivos.

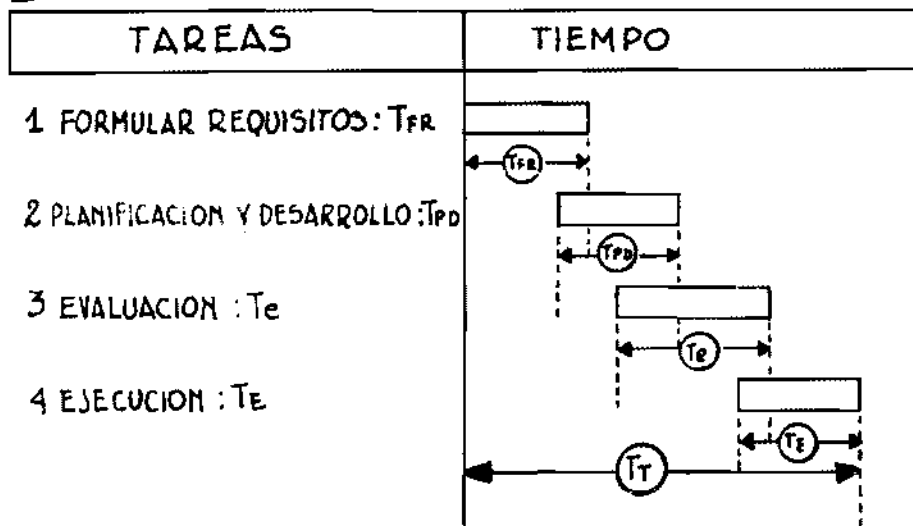
Efectividad: es el grado que ya se ha alcanzado de esos objetivos en relación con la escala de efectividad.

En otras palabras, la efectividad o eficacia mide el grado del logro de los objetivos y está relacionado con los resultados obtenidos (salida de un sistema).

Sin una escala de efectividad en la cual cada alternativa indique su capacidad para alcanzar los objetivos, la evaluación de esas alternativas sería imposible.

La medida de efectividad deberá colocarse —de ser posible— en términos numéricos, y puede llegarse a ello mediante técnicas analíticas que no descartan por cierto la subjetividad. Es necesario entonces transformar todas las metas (vagas) en objetivos específicos y medibles; y muchas veces habrá que establecer más de una medida de efectividad.

Algunos casos permiten que las medidas de eficacia sean sólo cualitativas o cuantitativas.



El análisis de Tiempo puede abordarse desde 2 puntos de vista:

1) Cuando la fecha de finalización se estima a través del desarrollo de la alternativa.

2) Cuando el tiempo es una variable fuera de control. Es decir; cuando la fecha para concluir todas las fases de la alternativa se fija previamente.

Objetivos	Medidas de Efectividad
1) mejorar la conversación en francés.	Responder correctamente en francés por lo menos el 95 % de las preguntas formuladas en ese idioma.
2) mejorar el sistema de seguridad de una escuela industrial	— menor número de accidentados — menor número de desperfectos en las herramientas — aumento del nivel de entrenamiento (cantidad de alumnos).
3) mejorar el nivel de producción de diapositivas	— aumentar el número — mejorar la calidad — bajar los costos

1.3.1 Efectividad y eficiencia

La efectividad o eficacia mide el grado que se ha alcanzado en el cumplimiento de los objetivos propuestos. Está relacionada con los resultados (salida del sistema).

Una alternativa será tanto más efectiva cuanto mayor sea este grado, es decir cuando más elevado sea el logro de esos objetivos.

La eficiencia, en cambio, está vinculada con el rendimiento o sea con la relación salida-entrada.

Una alternativa será más eficiente cuando exija las mínimas entradas (RECURSOS) para una misma salida.

Hay que entender que una alternativa puede ser efectiva (es decir, alcanza los objetivos en el grado deseado) sin que sea por ello necesariamente eficiente.

Por ej. si necesita para ser realmente efectiva el empleo de recursos numerosos y fuera de la realidad o racionalidad.

1.3.2 Matriz de eficacia

Después de analizadas las distintas alternativas es necesario decidir-se por la más conveniente.

Las matemáticas nos proporcionan una forma para presentar nuestro desmenuzamiento.

Esta forma recibe el nombre de matriz. Una matriz no es más que el alineamiento de cifras en 2 dimensiones: hileras y columnas.

La representación en forma de matriz de los resultados del análisis de diferentes alternativas resulta muy conveniente ya que nos permite disponer en hileras las diferentes alternativas (una hilera para cada alternativa) y en las columnas las distintas posibilidades —incluyendo las

estrategias opositoras— o los estados naturales.

Lo que aparece anotado en cada intersección (hilera-columna) es la medida de eficacia (grado en que se logran los objetivos) de esa alternativa en relación a la situación que indica la columna.

Vamos a denominar a esta matriz, matriz de eficacia.

Esta matriz de eficacia se limita a proporcionar un medio de presentar fácilmente la información pertinente.

Ejemplo:

A: Alternativa

N: Posibilidades (incluyendo estrategias opositoras) o estados naturales.

e: eficacia

TABLA MODELO (Matriz de Eficacia)

Alternativas	Posibilidades o est. nat.		
	N1	N2	N3
A 1	e 10	e 2	e 5
A 2	e 20	e 12	e 7
A 3	e 25	e 17	e 4
A n			

Hemos dicho que las columnas pueden contener las diferentes posibilidades (estrategias opositoras y/o los diferentes estados naturales, según sea la naturaleza del problema.

Limitando ahora nuestra atención a los estados naturales, diremos que son 3 las formas importantes que presentan:

CERTIDUMBRE
RIESGO o INCERTIDUMBRE

Volveremos sobre los mismos al considerar la selección de alternativas.

Ahora veamos las combinaciones COSTO-EFECTIVIDAD y TIEMPO-EFECTIVIDAD.

2 ANALISIS DE VARIABLES COMBINADAS

2.1 COSTO-EFECTIVIDAD

Debe realizarse para identificar la alternativa que produzca:

- 1) mayor efectividad para un costo dado.
 - 2) el grado de efectividad requerido por el menor costo.
- Puede presentarse de las siguientes formas:

- a) Comparando los costos de las diferentes alternativas que tengan la misma medida de efectividad (es decir que alcancen los objetivos requeridos en la misma extensión).
Se considera la mejor alternativa la que presenta menor costo.
- b) Comparando la efectividad de las diferentes alternativas que tengan el mismo costo.
Se preferirá la alternativa que presente mayor efectividad.
- c) Comparando alternativas que tengan diferentes costos y diferentes grados de efectividad.
En principio no habría una base lógica de comparación y la selección estará subordinada a las variables no controlables; o si existe (y sí es posible) a la alternativa dominante (Es la que posee mayor medida de efectividad para todos los costos).

A veces es posible medir los costos y la efectividad en una sola dimensión, pero cuando los objetivos

son múltiples, las medidas de costo y de efectividad son distintas.

Inclusive no siempre todos los costos o la misma efectividad pueden ser medidos.

De todas maneras este análisis (costo-efectividad) es de mucha utilidad como guía para tomar una decisión sobre diferentes alternativas.

Veamos un ejemplo: El Objetivo General es capacitar a los alumnos de un curso de T. E. en el diseño y elaboración de diapositivas.

Deberemos buscar diferentes maneras de capacitarlos (son las alternativas).

Costos en función de los recursos totales (humanos y no humanos) que deban emplearse para la investigación; y del tiempo empleado para alcanzar los objetivos con éxito.

Escala de efectividad Aquí volcaríamos las notas atribuidas a los trabajos de los diferentes grupos.

La nota de cada grupo sería la medida de las de sus participantes (tendrá que establecerse de qué manera se evaluarán los trabajos).

— Los alumnos del curso se dividirán en 3 grupos I-II y III.

— A cada grupo se le entregará el mismo material de información.

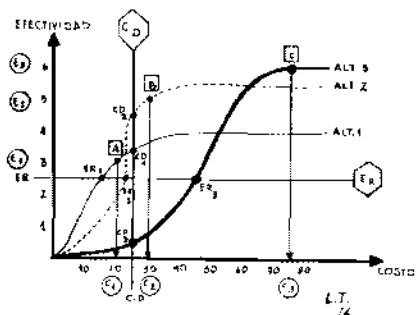
— El grupo I; no recibirá ninguna información.

— El grupo II; recibirá orientación periódica, y

— El grupo III; recibirá orientación permanente.

— Cada grupo diseñará y elaborará una secuencia de diapositivas de acuerdo con las prescripciones que se le den.

Datos estadísticos permiten estimar los costos y las efectividades tales como aparecen en el gráfico, que presentamos en la próxima página.



**GRÁFICO PARA EL ANÁLISIS
COSTO -EFECTIVIDAD**

Este gráfico nos suministra una abundante información para nuestro análisis. Observemos:

- 1) El menor costo para un determinado nivel de efectividad. Supongamos que ER sea la efectividad requerida. Las 3 alternativas alcanzan ese grado de efectividad pero con diferentes costos. El menor costo lo da la Alt. 1 en ER.
- 2) La mayor efectividad para un costo determinado.

Supongamos que CD sea el costo determinado.

Las tres alternativas alcanzan en ese costo diferentes grados de efectividad. La mayor efectividad con ese costo se logra con la Alt. 2 en CD 2 y la menor con la Alt. 3 en CD 3.

- 3) La alternativa dominante. Es la Alt. 3 pues es la que logra mayor efectividad (independientemente de los costos).
- 4) Los costos para determinar la alternativa con la máxima razón efectividad-costo.

$$\text{Alt 1} = \frac{3}{20} = 0.15$$

$$\text{Alt 2} = \frac{5}{30} = 0.25$$

$$\text{Alt 3} = \frac{6}{70} = 0.08$$

Para facilitar el posterior trabajo de selección todos estos datos pueden volcarse en una tabla o MATRIZ.

Alternativa	Costo mínimo para E.R. (2.5)	Efectividad máxima para	Altern. más efect.	Razón Efe.: Cos.
I	14 (ER 1)	(Cd 1) 3.1	A: 3	0,15
II	22 (ER 2)	(Cd 2) 4.6	B: 5	0,25
III	45 (ER 3)	(Cd 3) 0.5	C: 6	0,08

Cabe destacar que cuando el análisis costo-efectividad arroja resultados que pueden ser medidos en términos monetarios podemos hablar de un análisis COSTO BENEFICIOS.

2.2 TIEMPO EFECTIVIDAD

El análisis tiempo-efectividad debe llevarse a cabo cada vez que el tiempo y la efectividad sean variables fundamentales.

Mediante este análisis podremos identificar la alternativa que produzca:

- 1) Mayor efectividad para un tiempo dado.
 - 2) El grado de efectividad requerido, en el menor tiempo.
- Veamos un ejemplo:

La jefatura de un centro de T. E. tiene que preparar diferentes juegos de materiales audiovisuales para los cursos que se dictarán en el interior.

Recursos disponibles

No humanos: Todos los necesarios
Humanos:

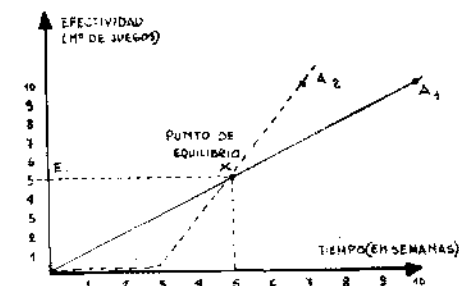
- 1) 1 Equipo técnico especialista en diseño y producción de materiales (con capacidad promedio para producir un juego por semana); y en entrenamiento de personal para esos fines.
- 2) 2 Equipos de estudiantes adelantados en diseño y producción de materiales (Necesitan 3 semanas de trabajo intensivo controlado por especialistas, para completar su entrenamiento. Una vez completado estarán en condiciones de diseñar entre ambos, 3 juegos de materiales cada 2 semanas).

La jefatura para cumplir con su trabajo, se formula estas 2 alternativas:

- A1: Poner el equipo de especialistas a trabajar de inmediato en el diseño y producción de juegos.
- A2: Poner al equipo de especialistas a entrenar durante 3 semanas a los 2 equipos de estudiantes, después de este período los 3 equipos diseñarán y producirán juegos de materiales.

Determinemos las curvas de efectividad versus tiempo para cada alternativa y comparemos.

GRÁFICO PARA EL ANÁLISIS TIEMPO-EFECTIVIDAD



Vemos así que durante las tres primeras semanas con la A1 se avanza en efectividad, mientras que con la A2 el valor de efectividad es nulo. Pero entre la 3ª y la 5ª semana (esta última marca el punto de equilibrio entre ambas alternativas: X) mientras la tasa de efectividad de la alternativa 1 se mantiene (1 juego por semana); la tasa de la alternativa 2 es muy superior: 5 juegos en estas dos semanas. Como las tasas de cada alternativa se mantienen constantes, a partir del punto de equilibrio, la razón tiempo-efectividad favorecerá siempre a la A2.

¿Cuál será entonces la alternativa que debemos seleccionar? Dependerá de las variables no controlables.

1) Si lo que pretendemos es la mayor efectividad para un tiempo dado, la selección estará de acuerdo con el tiempo.

a) Si el tiempo fijado es menor que 5 semanas (Punto de equilibrio entre las 2 alternativas) elegiremos la A1.

(Si fuesen 4 semanas con la A1 tendríamos 4 juegos, mientras que con A2 sólo 2 1/2).

b) Si el tiempo fijado es mayor que 5 semanas elegiremos la A2 pues a partir del punto de equilibrio es la que presenta mayor grado de efectividad.

2) Si lo que pretendemos es un grado de efectividad determinada la selección dependerá del número de juegos que fijemos.

a) Si el N° es 4 (menor de 5: punto de equilibrio) elegimos A1.

b) Si es mayor de 5, elegiremos la A2. (Por ejemplo con la alternativa 2 tendríamos 10 juegos en 7 semanas, mientras que con la A1 para el mismo número de juegos necesitaríamos 3 semanas más.

III - SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS

1. RESTRICCIONES

Al efectuar el análisis de cada alternativa tenemos que tener muy en cuenta aquellas variables que están fuera de control y todos los elementos que son o pueden llegar a ser restricciones para su implementación. Estas restricciones, entre otras, pueden ser:

TIEMPO · COSTO · POLITICAS SOCIALES · ESTADO ACTUAL DE LA INFORMACION, etc.

Es necesario que este análisis sea cuantitativo y cualitativo. El más corriente es el que permite obtener información cuantitativa en cuanto a:

Efectividad
Costo
Tiempo

Combinaciones < **Costo-Efectividad**
< **Tiempo-Efectividad**

Esta información debe volcarse en la matriz que llamamos MATRIZ DE EFICACIA.

Siguiendo los requisitos técnicos adecuados y teniendo en cuenta los resultados finales esperados sobre la base de los objetivos establecidos (efectividad), podemos —de acuerdo con el marco de referencia que brinda cada problema— determinar los CRITERIOS que habrán de orientar la mejor selección.

2. CRITERIOS PARA LA SELECCION

Los criterios de decisión pueden ser —depende del problema— entre otros:

1 EFECTIVIDAD, 2 COSTO-EFECTIVIDAD, 3 TIEMPO-EFECTIVIDAD y es necesario, considerar si esa selección se hace en estado de CERTIDUMBRE, RIESGO, o INCERTIDUMBRE.

3. SELECCION DE ALTERNATIVAS

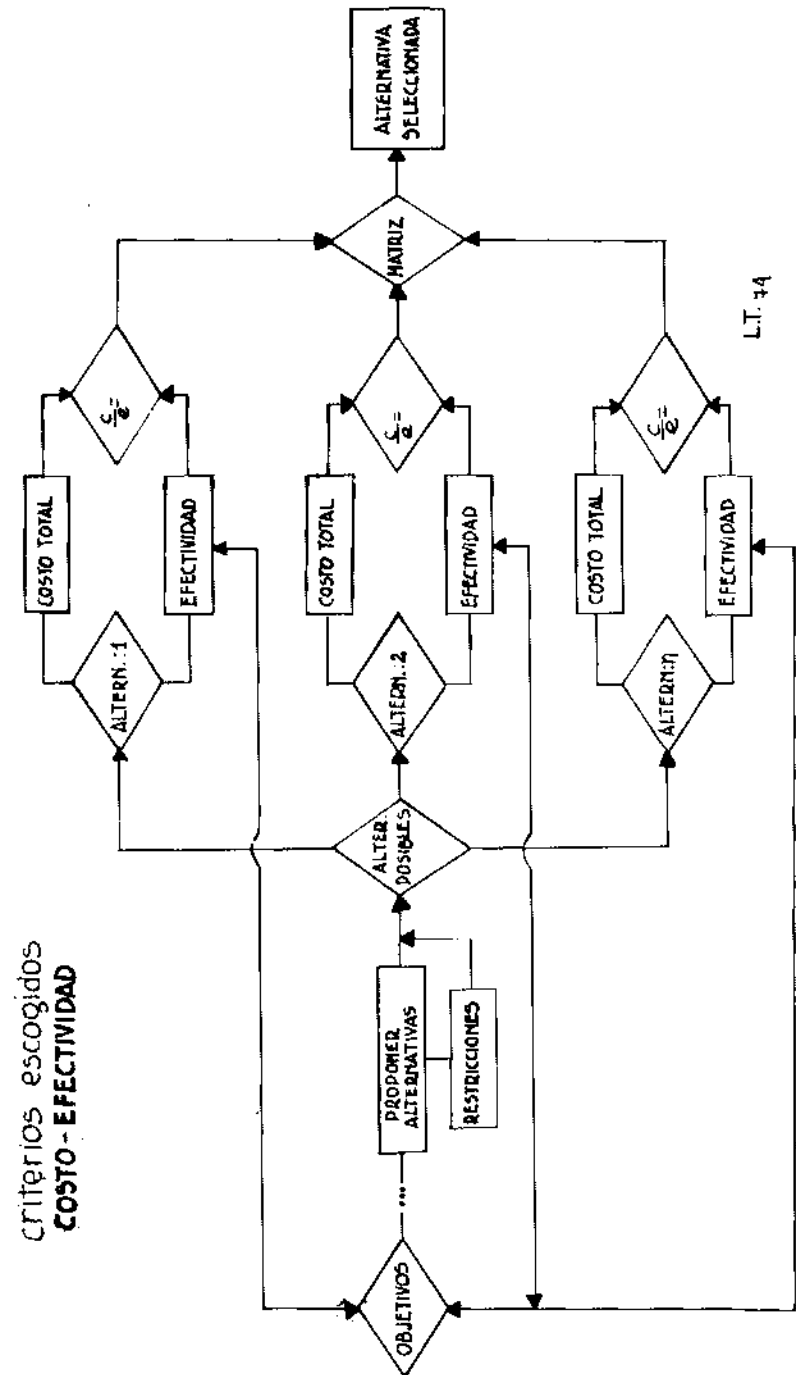
La selección dependerá finalmente del número de criterios fijados y de los cuáles son esos criterios.

a) Si por ejemplo fijásemos como criterio, elegir la alternativa de menor costo-efectividad, el procedimiento a seguir sería:

- 1) Determinar la relación COSTO EFECTIVIDAD para cada alternativa.
- 2) Volcar los datos en la MATRIZ.
- 3) Seleccionar lo que presente menor valor.

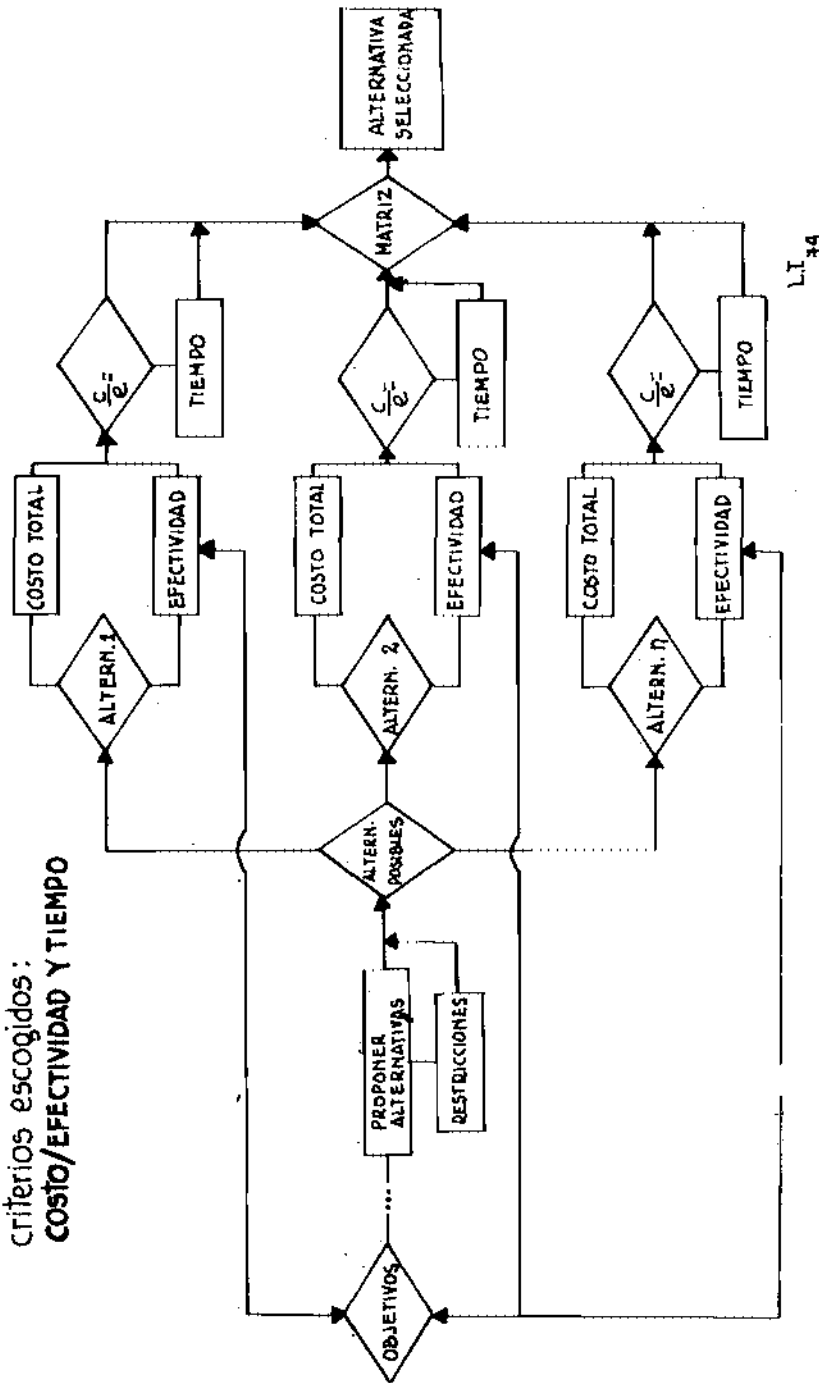
A partir de la situación del problema y después de formular los objetivos y recopilar toda la información, se proponen todas las alternativas válidas y factibles. Después de desechar aquellas que no superen las restricciones que darán las alternativas posibles. El análisis indicará en una

MODELO PARA EVALUAR Y SELECCIONAR ALTERNATIVAS



Modelo para EVALUAR Y SELECCIONAR ALTERNATIVAS

critérios escogidos:
COSTO/EFFECTIVIDAD Y TIEMPO



L.I. #4

escala dada, un costo y una efectividad para cada una. La relación costo sobre la efectividad se volcará en la matriz y de allí se escoge la alternativa que presente menor valor.

b) Si en cambio debemos tener en cuenta más de un criterio, seguiremos la siguiente secuencia:

- 1) Hacer el análisis de cada alternativa.
- 2) Evaluar los resultados de cada una.
- 3) Seleccionar factores de peso para los diferentes criterios de evaluación, de acuerdo con su importancia para escoger la mejor solución.
- 4) Volcar los resultados en la MATRIZ.
- 5) Seleccionar la mejor alternativa.

Los esquemas que proponemos a continuación son para los casos sencillos, en los que la selección debe hacerse en un estado que ofrezca la certeza de que se podrá llevar a cabo en su totalidad. Pero no siempre es así. Recordemos que al tratar los diferentes criterios para la selección mencionamos que era necesario considerar en qué estado se produciría el estudio e implementación de la alternativa: CERTIDUMBRE - RIESGO o INCERTIDUMBRE.

Si fijamos, por ejemplo, como CRITERIOS la relación COSTO-EFFECTIVIDAD, y el Tiempo, se procederá en principio como en el caso C/E.

Una vez obtenidos los valores C/E correspondientes a cada alternativa, se multiplicará cada uno de ellos por el T. que corresponde —respectivamente— a esa alternativa.

Estos resultados se volcarán en la MATRIZ y escogerá de allí la que presente **menor valor**.

Veamos ahora: Supongamos que para solucionar un problema cual-

quiera, deseamos elegir entre 3 alternativas, cuyos datos consignamos: Efectividad Requerida: 35.

Alt. 1: Grado de Efectividad 40. Costo 5.000 dólares y Tiempo para su total desarrollo: 1 año.

Alt. 2: Efectividad: 45. Costo 6.200 dólares. Tiempo 6 meses.

Alt. 3: Efectividad: 42. Costo 7.500 dólares. Tiempo 5 meses.

1) Si el criterio de decisión es la relación C/E veamos qué pasa en la MATRIZ correspondiente.

COSTO-EFFECTIVIDAD

Alt.	Costo	Efect.	Rel. C/E
I	5.000	40	125
II	6.200	45	137,777
III	7.500	42	178,571

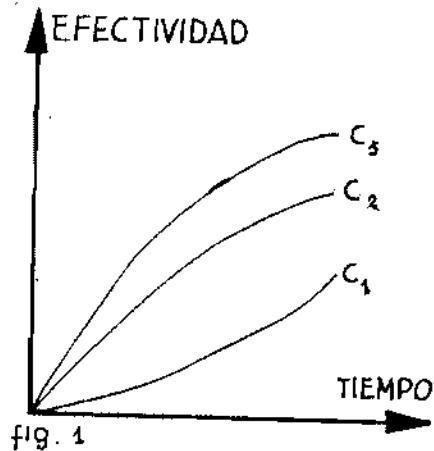
Cuando la relación es C/E, se selecciona el menor valor Alt. 1.

2) Si el criterio de decisión es la relación T/E, veamos en la matriz correspondiente:

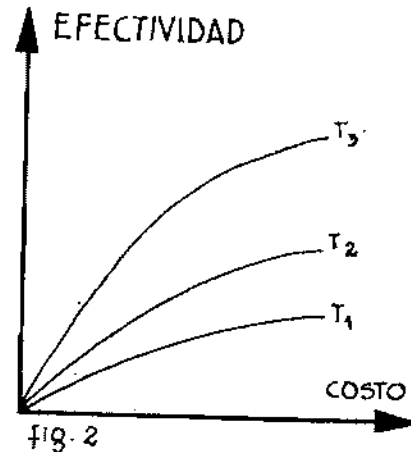
TIEMPO-EFFECTIVIDAD

Alt.	Tiempo	Efect.	Rel. T/E
I	12	40	0,3
II	6	46	0,133
III	5	42	0,119

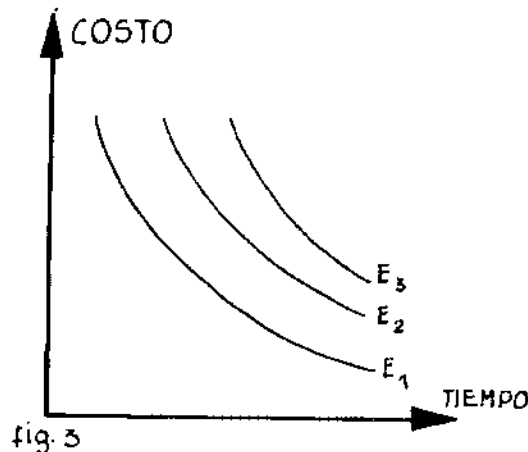
GRAFICOS USADOS PARA RELACIONAR COSTO-EFECTIVIDAD-TIEMPO



CURVAS de EFECTIVIDAD en función de TIEMPO para distintos niveles de COSTO.



CURVAS de EFECTIVIDAD en función de COSTO para varios niveles de TIEMPO.



CURVAS de COSTO en función de TIEMPO para varios niveles de EFECTIVIDAD

Cuando la relación es T/E, seleccionar el menor valor. Alt. 3.

3) Si el criterio de decisión es C/E y Tiempo se procederá de la siguiente manera:

C/E y Tiempo

Alt.	C/E	T.	C/E y T.
I	125	12	1500
II	137.777	6	826.662
III	178.571	5	892.855

Cuando la relación C/E y T interviene en la forma de decisión; se multiplica el resultado (C/E) de cada alternativa por el T. correspondiente. Se selecciona el valor menor.

Fig. 1 En este gráfico aparecen tres alternativas para tres posibles presupuestos disponibles para dictar un curso de capacitación.

C1, C2 y C3 (son los costos fijos para cada alternativa). Analizando el gráfico vemos que para cada alternativa (o sea para cada nivel de costo), la relación Efectividad-Tiempo es directa.

Es decir que en cada caso, a MAYOR EFECTIVIDAD corresponde un TIEMPO MAYOR.

Fig. 2 En este gráfico están representadas tres alternativas (según el tiempo previamente establecido para cada una), para dictar un curso sobre Objetivos. T1 (3 meses), T2 (5 meses) y T3 (9 meses). Podemos apreciar que la relación Efectividad-Costo para cada una de las alternativas, es también directa. Es decir, para cada nivel de

tiempo, corresponde un COSTO MAYOR.

Fig. 3 En este gráfico están representadas tres alternativas (cada una de ellas con distinto grado de Efectividad) para reproducir un texto.

Por ej. E1 (copias mimeográficas)
E2 (fotocopiado)
E3 (impresión tipográfica)

Para lograr la misma efectividad en cada alternativa (independientemente de las otras), si necesitamos el material en menos tiempo, será imprescindible aumentar el personal afectado a la tarea, con el consiguiente aumento de los costos.

La relación COSTO-TIEMPO, para la misma Efectividad será entonces INVERSA. Es decir, para el mismo nivel de EFECTIVIDAD, a MENOR TIEMPO corresponde un COSTO MENOR.

3.1 SELECCION DE ALTERNATIVAS EN ESTADO DE CERTIDUMBRE

La sección de una alternativa en estado de certidumbre ocurre cuando las diferentes variables que intervienen en la solución del problema están sin lugar a dudas bajo nuestro control o por lo menos con toda certidumbre sabemos como se presentarán. Esto quiere decir que nuestra matriz de eficacia tendrá una sola columna.

A simple vista la elección no ofrecería ninguna dificultad. Teóricamente es fácil determinar el criterio decisivo. Bastaría entonces confrontar los resultados del análisis de cada alternativa en la matriz de eficacia, leyendo la columna de arriba a abajo para encontrar cuál es la que tiene el grado de eficacia más elevado y éste constituirá la alternativa óptima.

La idea es sin duda correcta. La

dificultad está en que puede haber un número tan grande de combinaciones (o de hileras) que sea imposible enumerarlas.

Por ejemplo:

Supongamos que tenemos que preparar 6 juegos de materiales de instrucción. Disponemos de 6 equipos (humanos y no humanos) cada uno de los cuales puede realizar los diferentes juegos de materiales.

Pero como cada equipo está entrenado de manera diferente se da el caso de que cada uno de ellos empleará diferente tiempo para la elaboración de los mismos y por lo tanto el costo total dependerá de la asignación de las tareas que se da a cada equipo.

Como es lógico suponer, tal designación deberá hacerse de manera que el costo total se reduzca al mínimo.

El primer juego puede asignarse a cualquiera de los 6 equipos; el 2º juego a cualquiera de los 5 restantes; el 3º a cualquiera de los otros cuatro; y así sucesivamente. De manera que el nº total de formas en que puedan asignarse los trabajos estará determinado por la factorial del 6 (son 6 equipos para los 6 trabajos) es decir:

$$6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1.$$

Haciendo estas operaciones nos encontramos que el número total de formas es 720.

Ahora bien: cada una de estas 720 formas constituye una alternativa para solucionar un problema tan modesto como el planteado.

Puede ser sorprendente, pero sirve para demostrar que la selección bajo una certidumbre total puede constituir por sí misma un verdadero problema.

En síntesis

Deberá escogerse la alternativa que ofrezca en la matriz, el mayor grado de eficacia.

Dificultad práctica; surge cuando el nº de alternativas es muy elevado.

3.2 SELECCION DE ALTERNATIVAS EN ESTADO DE RIESGO

El estado de riesgo se presenta cuando existen ciertas posibilidades de cambio, cuyas probabilidades de que se produzcan son conocidas.

Recordemos que la probabilidad de un resultado es el porcentaje de veces que tal resultado se producirá. Si el suceso se repite un gran número de veces. Por ej.: Las probabilidades del resultado "cara" de lanzar la moneda un gran número de veces, saldrá aproximadamente "cara" el 50 % de las veces.

La selección de una alternativa en estado de riesgo se dan cuando las probabilidades de cambio de alguna o algunas de las variables —no controlables— son conocidas por quien deba tomar la decisión.

En este caso ya no tendremos un solo valor de eficacia para cada alternativa. Tendremos tantas columnas como posibilidades de cambio incluyamos en nuestra matriz; y por lo tanto, la selección deberá basarse en todas las medidas de eficacia posibles para cada alternativa, o en las que se escojan de acuerdo con alguna regla.

Por ejemplo, el funcionario que deba seleccionar la mejor alternativa para dictar un curso de capacitación docente (para el mayor número posible) en la zona balnearia durante las vacaciones, deberá tener en cuenta —entre otras cosas— los varios estados posibles del tiempo; y las

probabilidades de presentarse que tienen cada uno de estos estados.

Estas probabilidades pueden establecerse sobre la base de las experiencias pasadas.

Para simplificar, supondremos que el funcionario se propone sólo 2 alternativas.

- 1) Dictado en un local cerrado.
- 2) Dictado en la playa, al aire libre.

Resumiendo: los estados del tiempo

po en 3 posibilidades, y sobre la base de los registros meteorológicos determinamos las probabilidades de cada estado.

Buen tiempo: 0,25

Tiempo variable: 0,50

Mal tiempo: 0,25

Se conocen los datos de la inscripción tentativa; y con todos los datos ya obtenidos preparamos el siguiente cuadro:

	Posibilidades	Buen Tiempo	Tiempo Variable	Mal Tiempo
	Probabilidades	0,25	0,50	0,25
Alternativas	A1 en local cerrado	100	300	500
	A2 en la playa	700	200	—

¿Qué alternativa habrá de escogerse? En estos casos la selección de la alternativa se rige —por analogía— por la idea de Valor Esperado.

Valor esperado: V.E. Es un promedio aritmético y se lo puede representar con:

$$V.E. = W_1P_1 + W_2P_2 + \text{etc.}$$

En donde

W: posibles resultados numéricos

P: % de probabilidades que ocurra cada W y $P_1 + P_2 + \text{etc.} = 1$
Para las alternativas propuestas sería:

$$A1 = 100 (1/4) + 300 (1/2) + 500 (1/4) = 300$$

$$A2 = 700 (1/4) + 200 (1/2) + 0 (1/4) = 275$$

E.V.E. para la A1 (dictar el curso en local cerrado) es mayor ya que

promedia 25 más que la alternativa 2.

Ahora supongamos que las probabilidades fueran diferentes

Buen Tiempo: 1/2

Tiempo variable: 3/8

Mal tiempo: 1/8

Tendríamos entonces:

$$A1 = 100 (1/2) + 300 (3/8) + 500 (1/8) = 225$$

$$A2 = 700 (1/2) + 200 (3/8) + 0 (1/8) = 425$$

En este caso la alternativa más conveniente sería la 2 (Dictar el curso en la playa).

En síntesis

Convendrá tener en cuenta el porcentaje de **probabilidades** que tenga cada estado posible, y proceder a la selección teniendo en cuenta la fórmula del V.E. (Valor esperado).

3.3 SELECCION DE ALTERNATIVAS EN ESTADO DE INCERTIDUMBRE

Estado de incertidumbre es cuando se ignoran las probabilidades de que se produzcan los cambios posibles. Este estado de incertidumbre surge cuando no existe una experiencia anterior que nos permita (como en el Estado de Riesgo) calcular las probabilidades de que ocurran esos posibles cambios.

La selección de una alternativa en estas condiciones es más complicada pues existen variables que no podemos controlar e ignoramos las probabilidades de que ocurran los diferentes hechos.

En estos casos es muy importante aclarar que no HAY NINGUN CRITERIO que sea mejor que los otros para la selección. Hay cierto número de criterios distintos, cada uno de los cuales cuenta con una buena base lógica que lo justifica.

La elección de estos criterios está dada por las políticas generales fijadas y por la actitud del que deba decidir.

Trataremos con un ejemplo sencillo de aclarar lo expuesto.

Tomemos el problema del diseñador de un curso de T.E. que tiene que decidir qué medios va a emplear para lograr su objetivo (capacitar en número más elevado posible de alumnos) pocos días antes de asumir las nuevas autoridades ministeriales.

Los medios que dispone el diseñador son:

TVE; diapositivas en cinta magneto-fónica; y la clase tradicional.

No tiene ninguna información (ni lo que puede conseguir) sobre la actitud de los nuevos funcionarios con respecto a la T.E.

Las autoridades actuales lo exigen —por contrato— que la selección

del medio esté lista antes de que asuman las nuevas autoridades.

Dejemos de lado otros matices que puedan actuar sobre el problema y veremos que no pueden ocurrir más de 3 posibles situaciones:

Las nuevas autoridades:

- 1) Apoyarán totalmente el proyecto.
- 2) Serán indiferentes.
- 3) Pondrán trabas (ya que por convenios anteriores no podrán impedir que se lleve a cabo).

Simplifiquemos las cosas para entender mejor, y supongamos que el diseñador ha determinado el grado de eficacia para cada uno de las 9 posibles combinaciones y hagamos nuestra matriz.

	Apoyo Total	Indiferencia	Pondrán trabas
A 1 (T.V.E.)	15	2	0,6
A 2 (DIAP. con cinta)	9	7	2
A 3 (CLASE TRADIC.)	4	4	4

Aplicaremos al mismo problema los criterios más importantes que se toman en cuenta para la selección de alternativas en estado de incertidumbre y observaremos los resultados que puedan llegar a sorprendernos.

3.3.1 CRITERIO DE PESIMISMO O MAXIMIN (de Abraham Wald)

Se basa en la premisa: "Quien elige debe ser pesimista".

Veamos en el ejemplo:

Si elegimos la A 1 ¿Qué es lo peor que puede ocurrir?

Que las autoridades pongan trabas; en cuyo caso la efectividad sería 0,6.

Si elegimos la A 2, lo peor también es que las autoridades pongan tra-

bas; en cuyo caso la efectividad sería 2.

Y si escogiésemos A 3 siempre tendríamos la misma efectividad: 4.

Hagamos un cuadro con los resultados

Alternativas	Grados de Efectividad Mínima o Peor
A1	0,6
A2	2
A3	4

Si se sigue este criterio, debe elegirse la alternativa 3 que permite obtener la efectividad más grande de entre las Mínimas

Es decir el máximo del mínimo o MAXIMIN.

3.3.2 CRITERIO DE OPTIMISMO O MAXIMAX (Hurwicz)

Es una variante del anterior criterio y toma todo lo contrario

Alternativas	Grados de Efectividad Mejor o Máxima
A1	15
A2	9
A3	4

Si escogemos la A1 buscando de obtener la máxima efectividad entre las máximas. Es decir el MAXIMAX.

Pero HURWICZ no propone que quien deba seleccionar o decidir en estos casos sea totalmente optimista.

Plantea eso sí, la idea del coeficiente de optimismos. Este coeficiente de optimismo permitirá tener en cuenta tanto la efectividad más grande como la más reducida.

Se debe asignar a la máxima efectividad las probabilidades que estaríamos dispuestos —con optimismo— a aceptar en una lotería entre la máxima y la mínima.

Estas probabilidades constituyen el coeficiente de optimismo.

Supongamos que a la efectividad máxima le otorgamos 3/5 de probabilidades y a la mínima 2/5.

De esta manera transformaríamos la selección en estado de incertidumbre en selección en estado de riesgo; y correspondería entonces aplicar la fórmula del V.E.

Alternativas	Efectos Máximos	Efectos Mínimos
A 1	15	0,6
A 2	9	2
A 3	4	4

Efectos Esperados

$$15 (0,6) + (0,6 \times 04) = 9,24$$

$$9 (0,6) + 2 (04) = 6,2$$

$$4 (0,6) + 4 (04) = 4$$

Si se sigue este criterio deberá seleccionarse la alternativa 1° (T.V.E.) que permitirá obtener la efectividad esperada más grande, entre las efectividades esperadas en cada alternativa.

3.3.3 CRITERIOS DE AFLICCION (SAVAGE)

Savage sostiene que después que se han conocido los resultados, se ha seleccionado una alternativa y quien decidió puede experimentar cierta aflicción debido a que, conocidas ya las circunstancias que no controlaba, pudo haber escogido otra alternativa.

Sostiene también que quien toma la decisión debe procurar reducir al mínimo la aflicción que pueda experimentar, y sugiere que la cantidad de aflicción puede medirse con la diferencia existente, entre los resultados que obtuvo realmente y los que le hubiesen correspondido si hubiese

conocido la situación que habría de producirse.

Así, en nuestro ejemplo, supondremos que los nuevos funcionarios apoyarán la T.E.

Si el diseñador escogió la A 1, no experimentará ninguna aflicción; pero si hubiese escogido la 2ª hubiese perdido: $15-9=6$.

Esto nos da la medida de su aflicción.

Si hubiese escogido la 3ª alternativa, su aflicción hubiese sido mayor: $15-4=11$.

Ahora supongamos que los nuevos funcionarios son indiferentes a la T. E.

Si el diseñador eligió la 2ª alternativa no experimentará ninguna aflicción, pero si hubiese escogido la 1ª, hubiera experimentado una aflicción de $7-2=5$ y de haber escogido la tercera, su aflicción aumentaría: $7-4=3$.

En el caso de que los nuevos funcionarios pusiesen trabas a la T. E. el diseñador no experimentaría ninguna aflicción si hubiese elegido la tercera.

Con la 1ª experimentaría una aflicción de 3.4 porque $4-0.6=3.4$.

Vamos a volcar todos estos resultados en la matriz de aplicación.

Alternativa	Ap. Total	Indiferencia	Pondrá Trabas
A 1	0	5	3.4
A 2	6	0	2
A 3	11	3	0

Para decidir, Savage propone una variante de criterio pesimista de Wald, aplicado a esta matriz.

¿Qué es lo peor que puede sucederle al que debe seleccionar la alternativa?

Para Wald, es la comprensión mínima de cada alternativa.

Para Savage, el pesar máximo de cada alternativa.

Así tenemos en nuestro caso:

Alt.	Aflicción Peor o Maximin
A 1	5
A 2	6
A 3	11

Para Savage, quien debe decidir ha de asegurarse contra experimentar pesares extremos, escogiendo para ello la alternativa que tenga al MINIMO de dicho MAXIMO es decir el MINIMAX.

En nuestro caso la aflicción MINIMAX es 5, que es el pesar máximo que experimentará quien tomó la decisión si eligió la ALT 1ª (es decir T.V.E.) y las nuevas autoridades le ponen trabas.

3.3.4 CRITERIO DE LA RACIONALIDAD

Es el criterio más antiguo. Su planteamiento es fácil. Ya que no conocemos las probabilidades de que se produzcan los estados posibles daremos por supuesto que son iguales en todos los casos.

Es decir supondremos —en nuestro caso— que es generalmente probable que las nuevas autoridades apoyen, sean indiferentes o pongan trabas a la T.E.

Por lo tanto le correspondería 1/3 de probabilidades a cada uno.

De esta manera el caso queda transformado en selección de alternativas en Estado de Riesgo, debiéndose aplicar entonces la fórmula del V.E.

Alternativa	Valor Esperado
A 1	$(15+2+0.6) 1/3 = 5.866$
A 2	$(9+7+2) 1/3 = 6$
A 3	$(4+4+4) 1/3 = 4$

Siguiendo este criterio la alternativa 2 debería ser la seleccionada.

Esto es suficientemente claro y directo, pero este criterio no es el más aceptado porque se basa en el célebre principio de la RAZON INSUFICIENTE (en este caso particular principio de Bayes) presunción de igualdad de probabilidades.

3.3.5 RESUMIENDO

Estos 4 criterios decisivos para la selección de alternativas en estado de INCERTIDUMBRE no son los únicos pero son los más conocidos y aplicables al campo de la educación.

Es interesante destacar que en nuestro ejemplo todas las alternativas fueron seleccionadas según el criterio utilizado.

Con el Criterio	Elegimos la Alternativa
Pesimista (Wald)	Nº 3 (Clase tradicional)
Optimista (Hurwicz)	Nº 1 (T.V.E.)
Aflicción (Savage)	Nº 1 (T.V.E.)
Racionalidad (Laplace)	Nº 2 (Diap. con cinta)

De esta manera podemos notar que la elección del criterio DECISIVO es crucial.

No existe un criterio mejor que otro, y su elección —repetimos— debe estar determinada por las políticas generales que se fijen y por las actitudes particulares del que debe tomar la decisión y siempre teniendo en cuenta los caracteres específicos del problema en cuestión.

BIBLIOGRAFIA BASICA

1. MILLER - STARR: "Acuerdos Ejecutivos e investigación de Operaciones" (Cap. 3-4 y 5).
2. ASIMOW, MORRIS: "Introducción al Proyecto", Herrero Honos. (México)
3. KRICK, EDWARD: "Introducción a la Ingeniería y al Proyecto de la Ingeniería".
4. STARR, MARTIN: "Product Design and Decision Theory", Prentice Hall Englewood Cliffs.
5. HARTMAN-MATTHESS-PROEME: "Manual de los Sistemas de Información", Biblioteca Técnica Philips.
6. ACKOFF-SASIENI: "Fundamentos de la Investigación de Operaciones". Centro Regional de Ayuda Técnica México-Buenos Aires, Cap. 2-14 y 15.
7. FAURE-BOSS y LE GARFF: "La Investigación Operativa", Eudeba.