

# EL CONCEPTO DE COSTO-EFECTIVIDAD, USOS Y ABUSOS

Enrique Medina Aedo  
Capitán de Navío



xiste un costo-efectividad real?

¿Es mejor un costo-efectividad alto a uno bajo?

Para tener un costo-efectividad aceptable o bueno, ¿Este debe maximizarse? ¿Minimizarse?

¿Existe un costo-efectividad bueno?

Estas y varias otras interrogantes más respecto a costo-efectividad, están apareciendo con creciente frecuencia a medida que más personas empiezan a utilizar este importante concepto de *análisis de sistemas*.

## 1. Dificultades en la aplicación del concepto

Como concepto, *costo-efectividad* es fácil de entender; sin embargo, cuando se trata de hacer uso de él en

una situación real, el analista de sistemas se encuentra con enormes dificultades que resolver, tanto de tipo teórico como de tipo práctico, que en muchas ocasiones hacen que un análisis, que parece sencillo y rápido a la vista de una persona que no conoce con cierta profundidad la materia, resulte sencillamente laborioso y largo.

La razón para decir que hay dificultades de tipo teórico, estriba principalmente en que no existe ninguna fórmula estándar para establecer la escala para medir la efectividad ni los factores a considerar en la medición; algo de esto veremos más adelante.

Por otra parte, las dificultades de tipo práctico, en su mayoría, se pueden resumir en que normalmente no se cuenta con datos acerca del problema bajo análisis; o bien, si estos datos existen, están dispersos por todas partes y es necesario gastar bastante tiempo y esfuerzo en recolectarlos.

De aquí que se pueda afirmar que cuando una persona le está pidiendo a un analista de sistemas que le haga un estudio de costo-efectividad de tal o cual aspecto, puede, sin sospecharlo siquiera, estar en el mismo caso del jardinero que le pidió a su ayudante le trajera una piedra que sobresalía de la arena donde estaba enterrada y que juzgó del tamaño adecuado para completar el adorno que había diseñado; como, al cabo de tres horas, el ayudante todavía no llegaba con la piedra, fue a ver por qué se demoraba tanto y vio con sorpresa que la piedra ya tenía dos metros de altura al descubierto y todavía tenía para mucho más!

## 2. ¿Qué es costo-efectividad?

Antes de intentar una definición o explicación del concepto, creemos necesario aclarar que el examen crítico de un *sistema de armas*, que es el producto de un esfuerzo realizado para producir y obtener el mejor sistema capaz de cumplir la tarea y lograr el objetivo, es lo que se llama *análisis de sistemas de armas* o simplemente *análisis de sistemas*. Tanto análisis de sistemas de armas como *costo-efectividad* son dos métodos que ayudan al *tomador de decisiones* en el proceso de asignar recursos limitados, para maximizar la eficiencia de su empleo en los sistemas de armas, cuando se trate de decidir cuál de éstos es el más adecuado.

En el método de análisis de costo-efectividad se aplican, al análisis de sistemas de armas que estamos haciendo, las pruebas de costo de los recursos y de efectividad militar — normalmente esta última, efectividad — para poder comparar dos alternativas de sistemas de armas.

Para efectuar dicha comparación es necesario establecer, primero, algo que podríamos llamar "las reglas del juego"; estas son:

- Objetivo : Lo que deseamos obtener.
- Alternativas: Caminos o medios que nos permiten alcanzar la meta.
- Costos : Lo que se debe gastar en cada alternativa.
- Escala de efectividad : Escala que nos indica el grado de obtención de la meta o cuánto nos acercamos a obtener la meta. La escala es la respuesta a: ¿Qué factores vamos a considerar en la evaluación de la efectividad?
- Efectividad : Lugar que ocupa en la escala de efectividad cada alternativa (obtenida midiendo su efectividad).
- Criterio : Pauta, acerca de costo y efectividad, que determina cuál alternativa elegir.

Veremos a continuación porqué, al evaluar alternativas, se debe especificar ya sea el costo o la efectividad y escoger aquella que produzca la máxima efectividad o el mínimo costo, respectivamente. Llegaremos a ese convencimiento examinando qué pasa si no cumplimos lo anterior y nos vamos a los dos extremos: no especificamos ni costo ni efectividad o bien especificamos ambas variables.

Supongamos que las curvas de efectividad versus costo de dos alternativas son las que se muestran en la figura 1:

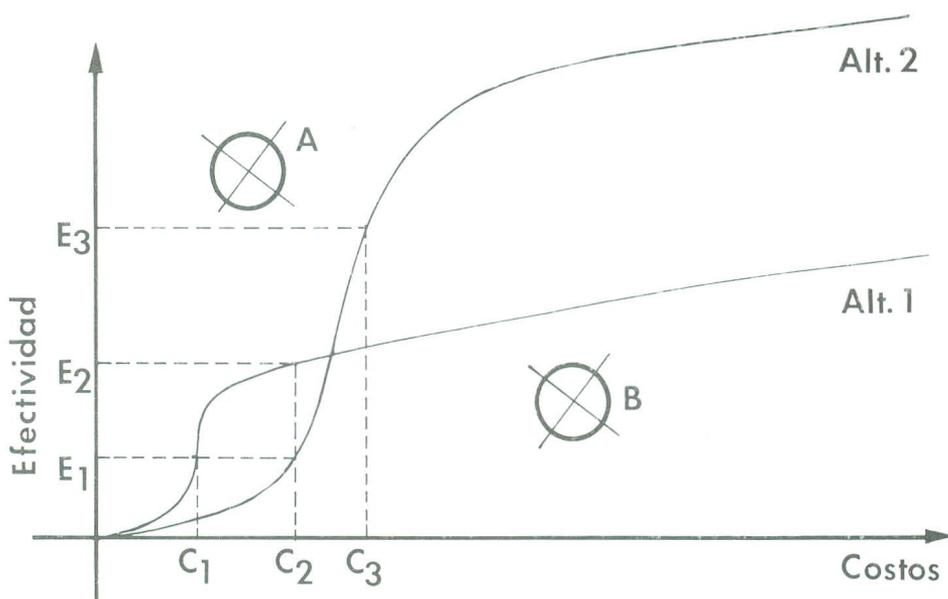


Fig. 1

### 3. Análisis de posibles criterios

Supongamos ahora que no especificamos ninguna de las dos variables (E ni C). Entonces vamos a tener una gran cantidad de evaluaciones de efectividad-costo para las alternativas bajo estudio, lo que se traducirá en una gran incertidumbre acerca de cuál alternativa es mejor; podríamos decir, por ejemplo, que aunque la alternativa 1 permite una efectividad modesta ( $E_1$ ), su costo es la mitad del costo de la alternativa 2 para esa misma efectividad. De aquí que si  $E_1$  es adecuada ¿por qué no seleccionar la alternativa 1, minimizando así el costo?

Otro argumento de igual validez que el anterior podría ser que no podemos superar como costo máximo a  $C_2$ ; en este caso la alternativa 1 sería la elegida, ya que permite una efectividad  $E_2$  mayor que  $E_1$ , que arroja la alternativa 2. Por otra parte, igualmente podríamos establecer como límite una efectividad mínima, por ejemplo  $E_3$ , sin importar el costo; en este caso la alternativa 2 habría sido la elegida.

Así, cualquier combinación de efectividad y costo, sin que exista una fijación previa de una de esas dos variables, daría diferentes resultados y no permite escoger entre dos alternativas.

Si nos vamos al otro extremo —fijar la efectividad y el costo— que podríamos llamar el caso de máxima restricción, puede resultar que estemos especificando un punto donde ninguna alternativa puede satisfacerlo, como sería el punto A de la figura; por otro lado, bien puede resultar un punto como B, donde claramente existe una efectividad muy por debajo de las obtenibles. Llevando las restricciones dentro de este caso al límite mismo, esto es, exigir la máxima efectividad para un costo mínimo, nos lleva a un punto donde estos dos requerimientos no pueden ser satisfechos simultáneamente, como puede verse en la figura 1, ya que costo mínimo corresponde a cero efectividad y máxima efectividad corresponde a un costo muy grande.

Un criterio, también dentro de este mismo caso, que es muy tentador porque aparentemente representa la esencia misma de lo que buscamos, es el criterio de maximizar la razón efectividad/costo. Se aprecia lógico ya que, en general, lo que buscamos es aumentar la efectividad y disminuir el costo; sin embargo, trae escondida una pequeña trampa, que puede resultar en un serio defecto. Como la razón efectividad/costo para cualquiera de las dos alternativas es la pendiente de la curva respectiva trazada desde el origen, vemos en la figura 2 que la pendiente de la recta para la alternativa 1 es mayor que la pendiente de la recta para la alternativa 2. Como estamos maximizando la razón, la alternativa 1 resulta mejor que la alternativa 2.

Sin embargo, este criterio, como puede verse en la figura 2 para el ejemplo puesto, nos estaría obligando a escoger dentro de un marco de efectividades modestas, existiendo otras alternativas mejores. Así, si fijamos como  $E_3$  el nivel de efectividad, vemos que aunque no se cumpla el criterio de maximizar la razón efectividad/costo, escogeríamos a la alternativa 2 como la mejor y única en este caso.

Entonces, ¿cuál es el criterio a emplear? Sencillamente, el que se encuentra entre ambas posiciones extremas: Fijar una de las dos variables y tratar de que la otra sea lo más alta posible, si se trata de efectividad, o bien lo más baja posible, si se trata de costo.

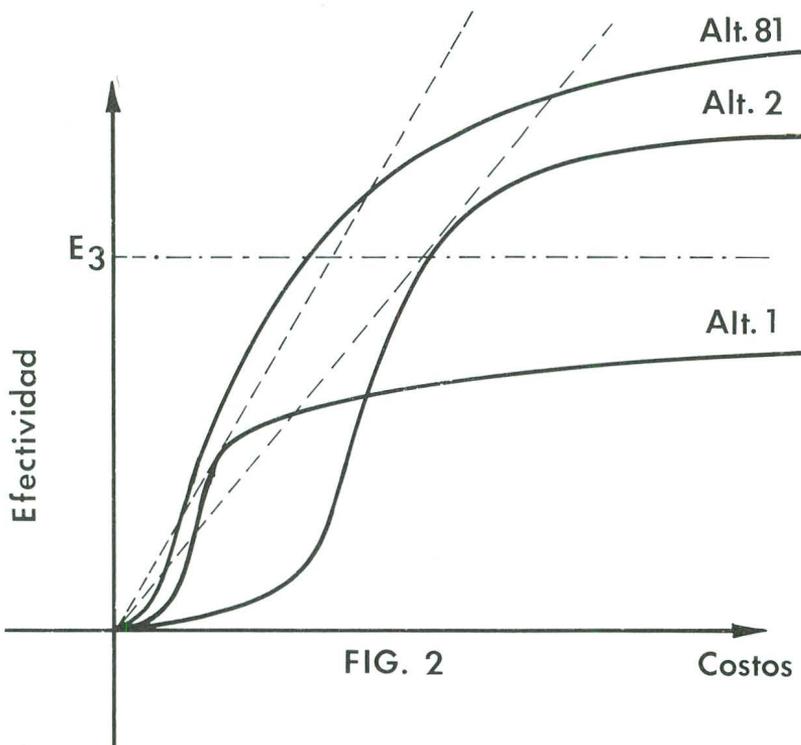


FIG. 2

#### 4. Criterio del costo fijo o efectividad fija

Existen dos formas de abordar el problema de evaluación de alternativas:

— *Manteniendo fija la efectividad.*

Consiste en especificar un cierto nivel de efectividad a obtener en la satisfacción de una meta y examinar cuál de las alternativas presentadas puede asegurarnos dicho nivel de efectividad al más bajo costo.

— *Manteniendo fijo el costo.*

Consiste en especificar el costo máximo que se puede tolerar en la satisfacción de un objetivo y examinar cuál de las actividades presentadas produce la más alta efectividad.

Como un ejemplo de cómo evaluar alternativas mediante costo-efectividad, tomaremos prestados los datos de un artículo aparecido en un periódico acerca de la relación existente entre los tipos de gasolina que hay en el país, el rendimiento de cada uno de ellos y el precio respectivo. La tabla era la siguiente:

Gasolina (Octanos)	Rendimiento (Km./lt.)	Precio (lt.)
81	10,0	17,90
86	10,4	19,00
93	11,0	20,30

Supongamos que podemos usar cualquiera de los tres tipos de gasolina existente y que ellos representan tres alternativas de solución a un problema que debemos resolver, donde una de las tres alternativas debe ser escogida. Como analista debemos evaluar dichas alternativas, aplicando las dos formas de abordar la evaluación: fijando la efectividad y fijando el costo.

— *Fijando la efectividad.*

Supongamos que hemos establecido como efectividad lograr recorrer 100 kilómetros como mínimo.

De acuerdo a los datos anteriores tendríamos, para cada alternativa, los siguientes costos:

Gasolina (octanos)	Consumo (lt.)	Costo (peso)
81	10	179,00
86	9,62	182,78
93	9,09	184,53

Aquí aparece como mejor —menor costo— la alternativa usar gasolina de 81 octanos.

— *Fijando el costo.*

Supongamos ahora que hemos fijado como costo máximo \$ 200; usando nuevamente los datos de la primera tabla tendríamos ahora la siguiente efectividad para cada gasolina usada:

Gasolina (octanos)	Combustible(1) (lt.)	Efectividad (Km.)
81	11,17	111,70
86	10,53	109,51
93	9,85	108,35

(1) Es la cantidad de combustible que podemos comprar con el gasto fijado.

Aquí aparece como mejor —mayor efectividad— la alternativa usar gasolina de 81 octanos.

En este ejemplo se ha obtenido la misma conclusión con ambas formas de abordar el problema, porque la alternativa 81 octanos domina a las otras (su curva efectividad-costos está siempre sobre las otras), lo que no siempre es así (ver fig. 2, Alt. 81).

## 5. El criterio de la razón efectividad/costo

Si mantenemos in mente que siempre se debe dejar fija una de las dos variables que entran en juego, podemos hablar sin temor a la razón costo/efectividad o, tal vez mejor, de la razón efectividad/costo.

En muchas ocasiones se usa una de estas dos razones para evaluar alternativas; este procedimiento no presenta problema alguno, siempre que se efectúe de acuerdo a las restricciones mencionadas arriba, esto es, fijando el costo o la efectividad. Sin embargo, si no se hace caso de lo anterior el resultado puede inducir a graves errores o, en el mejor de los casos, indicarnos que no hay un alternativa mejor que otra.

A modo de ejemplo supongamos el siguiente problema:

	Efectividad	Costo	Efect./costo
Alternativa A	20	5	4
Alternativa B	200	50	4

Si el analista está preocupado sólo de la razón efectividad/costo, en este ejemplo puede escoger cualquiera de las dos alternativas. Pero ¿es esto lo correcto? Probablemente no, ya que hay una gran diferencia en escala y esto podría muy bien significar que el analista estaría haciendo la comparación entre dos alternativas de muy diferente relevancia.

## 6. Establecimiento de la escala de efectividad

Para dar término al tema tratado veremos someramente qué dificultades encuentra el analista de sistemas en su labor de establecer una escala de efectividad, para comparar alternativas de acuerdo a la efectividad que aportan.

En casi todos los casos el problema no tiene la simplicidad del ejemplo sobre los tipos de gasolina que vimos anteriormente, sino que se puede decir sin temor a equivocarse que establecer una escala de efectividad adecuada demanda un arduo trabajo de análisis, además de un conocimiento profundo de cada aspecto constituyente del problema, especialmente de cómo influye cada uno en este último.

Como dijimos anteriormente, la escala de efectividad es la respuesta a la interrogante acerca de qué factores deben considerarse para evaluar la efectividad de una alternativa. De aquí que cada problema, o caso bajo estudio, requiera de su escala de efectividad particular y que, dependiendo de la cantidad de factores que podamos dejar como invariables o fijos, esta escala sea "relativamente simple" o muy compleja.

Para tratar de ilustrar lo anterior, haremos referencia a un problema de análisis de sistemas: se trata de seleccionar el mejor método para guiar una fuerza de aviones interceptores para repeler un ataque de aviones contra una fuerza naval. Se han retenido finalmente dos alternativas: *control estrecho*, que consiste en vectorear cada interceptor desde una C.I.C. con la ayuda de los radares aéreos y equipos de comunicaciones; la segunda alternativa es *control por difusión*, que consiste en dar las informaciones de posición al líder y éste genera las órdenes para sus grupos, para interceptar los aviones enemigos.

La escala de efectividad que adoptemos debe contener la idea de nuestra meta: Impedir, mediante los interceptores, que se inflinja daño a nuestra fuerza. De aquí que se puedan esta-

blecer varias escalas de efectividad, que serían, en orden de generalidad:

- Probabilidad de derribar un avión por cada intento de un interceptor.
- Media del número de aviones derribados por cada salida de los interceptores.
- Número total de aviones derribados en una operación.

Si dejamos invariables la cantidad de interceptores, el tipo de avión a usar y no se considera un despliegue inicial, entonces se podrá pensar que la primera escala de efectividad propuesta —probabilidad de derribar un avión por cada intento de un interceptor— sería la apropiada para evaluar cuál método de control es mejor; sin embargo, debido a que los interceptores modernos son capaces de varios intentos en cada salida, esta escala puede llevar a escoger aquella alternativa en que la efectividad se logre en base a éxitos en el primer intento, a expensas de no usar la mayor parte de la capacidad restante de un avión en armamento y poder operacional. Por este motivo, para evitar lo anterior, la escala basada en la media del número de aviones derribados por cada salida de los interceptores, es la más adecuada.

Si se quisieran evaluar las alternativas a la luz no sólo del método de control, sino que incorporando como variable uno de los factores que se dejó fijo, como sería permitir que varíe la composición de la fuerza interceptora, usando varios tipos de avión, estaríamos buscando ahora cuál es la mejor alternativa para resolver el problema de la interceptación, en lo que respecta a método de control “y” composición de la fuerza.

Aquí, la escala de efectividad anterior es inadecuada y es necesario recurrir a las que siguen en orden de generalidad. Si se escoge como escala la media del número de aviones derribados por salida de los interceptores, podría llevar a seleccionar una fuerza de interceptores y métodos de control tales que se maximizara la cantidad de aviones derribados por cada salida; pero junto con lograr esto reducir el número total de salidas, reduciendo por tanto el número total de aviones derribados por operación.

La selección correcta de la escala de efectividad adecuada trae consigo la necesidad de que ésta tome en cuenta siempre el objetivo final de la defensa aérea; de aquí que la escala de efectividad adecuada sería la que considera el número de aviones derribados en una operación.

Si, por último, se quisiera seleccionar cuál es la mejor alternativa para resolver el problema de defensa aérea, incorporando ahora varios factores prefijados anteriormente como invariables, como sería, por ejemplo, permitir que varíe la cantidad de aviones interceptores, su composición y el despliegue inicial, estaríamos buscando aquella alternativa que arroje la mejor efectividad-costo en cuanto a método de control, composición de la fuerza interceptora, cantidad de interceptores y su despliegue inicial.

Si eligiéramos la escala de efectividad anterior —número total de aviones derribados en una operación— nos podría llevar a aceptar una alternativa que contuviera un despliegue que produjera el mayor número de aviones derribados que otra alternativa, pero que permitiera a la vez un mayor daño a la fuerza que la alternativa rechazada.

## 7. Comentarios finales

El concepto de costo-efectividad es una forma de criterio que emplea el analista de sistemas en la evaluación de dos o más alternativas de sistemas de armas; aquella alternativa que arroje la mayor efectividad para un costo prefijado o aquella que dé el menor costo para una efectividad prefijada, es la mejor. Costo-efectividad, y efectividad principalmente, están asociadas íntimamente y prácticamente en forma única con sistemas de armas; en la evaluación de cualquier otro sistema que no sea de armas, en general de tipo económico, se habla de *costo-beneficio*, ya que en este caso este último parámetro se puede medir en pesos y lo que interesa en este caso es saber qué retorno se obtiene por el costo a solventar.

La efectividad, que estrictamente hablando se llama *efectividad militar*, tiene implícita la idea de objetivos y metas, según vimos al comienzo. No es una nota, sino el valor que se obtiene después de integrar el aporte de una gran cantidad de factores, cada uno de ellos valorando un aspecto de la solución total que satisface los requerimientos del problema y que, por ende, permite obtener el objetivo planteado. Cada factor encierra la idea de cuán bien, dentro del aspecto que representa, conseguirá acercarse a la obtención plena de su meta; todos esos factores nos indican, entonces, cuán efectiva es la alternativa A conformada por ellos, en obtener el objetivo. La alternativa B, que también permite obtener el mismo objetivo, está conformada, obviamente, por factores diferentes.

Si nos enmarcamos en el alcance que hemos tratado de darle a análisis

de sistemas de armas y a costo-efectividad, entonces podemos decir que se ha estado abusando del concepto de costo-efectividad, tratando de aplicarlo a una gran cantidad de situaciones diversas donde, si bien cabría hablar de costo, no era conceptualmente correcto hablar de efectividad. Así, vemos que se habla de costo-efectividad de una organización o actividad, costo-efectividad de un sistema, acción e incluso de una tarea.

En lo que sigue de estos comentarios trataremos de mostrar que, de acuerdo al significado que tiene para los analistas de sistemas el concepto de *costo-efectividad militar* —esta última conocida generalmente como efectividad—, el concepto adquiere plena vigencia si en vez de efectividad se usa eficiencia o eficacia, según sea la aplicación de que se trate.

En primer lugar, en la mediación de efectividad militar se está buscando cuál es el efecto máximo que puede rendir una alternativa; no se piensa en ningún momento en términos de rendimiento ahora y rendimiento después de un cierto tiempo; ese factor no está involucrado.

En segundo lugar, debemos aclarar que el método de costo-efectividad se usa para comparar *dos o más* alternativas y por *una sola vez*; esto último se debe a que en el análisis de sistemas de armas, al aplicar el criterio de costo-efectividad, se parte de la premisa que una alternativa no cambia su efectividad en el tiempo y, por lo tanto, determinar su costo y efectividad para compararla nuevamente con otra con la que ya fue contrastada, dará el mismo resultado; si alguno de los factores que la conforman fuese cambiado, entonces sí que cambiará su efectividad y costo.

Con estas dos aclaraciones in mente analizaremos cuán correctas están las expresiones, y el concepto, que hemos criticado al comienzo.

Hablar de costo - efectividad de una organización, o de una actividad, trae consigo la idea de que se está comparando la organización o actividad como está ahora con respecto a sí misma en los momentos en que tuvo el mayor rendimiento, o bien, con respecto al máximo rendimiento que se espera de ella, el cual puede no haberse logrado aún; con lo anterior está también implícita la idea que el rendimiento cambia con el tiempo, posiblemente deteriorándose. En otras palabras, se quiere saber cuán bien está operando la organización o actividad por el gasto que está ocasionando dicha operación; eso, nos parece, quedaría mucho mejor reflejado si se hablara de costo-eficiencia, en atención a que eficiencia se refiere a una cualidad que cambia, o puede cambiar, en función del tiempo.

Hablar de costo-efectividad de un sistema también trae consigo las dos ideas que se mencionan en el caso anterior —comparación con sí mismo y con respecto al momento de máximo rendimiento— salvo que ahora se sabe exactamente cuál ha sido el máximo rendimiento del sistema —cuando salió recién de fábrica— y su actual rendimiento puede obtenerse en base a mediciones físicas. Aquí, nos parece que lo que se desea conocer, al igual que en el caso anterior, es la eficiencia del sistema y el costo que demanda su mantención y operación para tenerlo con esa eficiencia; o sea, se estaría hablando de costo-eficiencia de un sistema de armas. Obviamente, que si estamos tratando de examinar

dos sistemas de armas para determinar cuál de ellos cumple mejor el *mismo* objetivo, entonces no cabe duda que estamos en nuestro campo de acción y ahí sí que debemos hablar de costo-efectividad.

Por último, cuando se habla de costo-efectividad de una acción viene consigo la idea de medición de cuánto cuesta usar recursos para lograr obtener una meta, de cualquier tipo, cumpliendo una determinada función que es de tipo rutinaria. Tarea, por su parte, más bien se refiere al cumplimiento de algo puntual, único. En ambos casos no hay alternativas que evaluar, sino que se está tratando de medir cuán eficaz es la acción o con qué eficacia se ha llevado a cabo la tarea; no está implícito, en ninguna forma, el concepto de sistema ni tampoco se está comparando para escoger la mejor. Aquí, entonces, nos parece que se debe hablar, con mayor propiedad, del costo-eficacia de una acción o de una tarea.

## 8. Conclusiones

A fin de que exista una completa y eficaz comunicación de ideas cuando se quiera hacer referencia a los diversos aspectos donde es válido el concepto de efectividad, eficacia y eficiencia, respectivamente, se estima necesario y, más que eso, de gran importancia por la trascendencia que se le ve a la utilización cada vez más frecuente de dichos conceptos, propender el establecimiento de no sólo un glosario de términos, sino, también, de un conjunto de conceptos o ideas aclaratorias que permitan usar dichos términos en forma precisa y sin que se presten a equívocos.