

2'. Model ampliat del mercat de divises, arbitratge i especulació

1. Taxes de canvi

L'euro € fa de moneda domèstica. El dòlar \$ fa de moneda estrangera. La taxa de canvi e entre les dues monedes s'expressa en $\$/\epsilon$, de manera que un augment de la taxa representa una apreciació de l'euro respecte del dòlar i, simultàniament, una depreciació del dòlar respecte de l'euro. Per exemple, la taxa

$$e = 2 \text{ } \$/\epsilon$$

estableix la relació

$$2 \$ — 1\epsilon$$

entre les dues monedes: calen dos dòlars per a un obtenir un euro o un euro val dos dòlars. Si es multipliquen (o es divideixen) els dos costats de la relació per un mateix número, la relació no s'altera i, per tant, la taxa de canvi associada és la mateixa. Com a il·lustració, si tots dos costats es divideixen per dos (o es multipliquen per $\frac{1}{2}$) s'obté la relació equivalent

$$1 \$ — \frac{1}{2}\epsilon.$$

La primera relació establí que dos dòlars valien un euro; la segona que un dòlar val mig euro, que és dir essencialment el mateix. La segona relació pot expressar-se com

$$e' = \frac{1}{2} \text{ } \epsilon/\$$$

que és exactament la mateixa taxa que $e = 2 \text{ } \$/\epsilon$.

De tot plegat es dedueix que invertir al mateix temps el número d'una taxa de canvi (2 en aquest exemple) i les seves unitats ($\$/\epsilon$) —i així transformar $e = 2 \text{ } \$/\epsilon$ en $e' = \frac{1}{2} \text{ } \epsilon/\$$ — no modifica la relació entre les dues monedes que expressa la taxa. En conseqüència, $e = 2 \text{ } \$/\epsilon$ i $e' = \frac{1}{2} \text{ } \epsilon/\$$ són la mateixa taxa.

Si $e_1 = 2 \text{ } \$/\epsilon$ puja a $e_2 = 3 \text{ } \$/\epsilon$, aleshores la relació de canvi entre les monedes passa de

$$2 \$ — 1\epsilon$$

a

$$3 \$ — 1\epsilon.$$

Com a resultat, un euro pot comprar més dòlars (abans dos; ara, tres), de manera que l'euro s'aprecia respecte del dòlar. Simultàniament, cal pagar més dòlars per a aconseguir un euro (abans, dos; ara, tres), de manera que el dòlar es deprecia respecte de l'euro.

Considerant només els valors $e_1 = 2 \text{ } \$/\epsilon$ i $e_2 = 3 \text{ } \$/\epsilon$ es pot dir que l'euro 'està barat' quan la taxa és e_1 (amb e_1 calen menys dòlars que amb e_2 per a comprar un euro) i, simètricament, l'euro 'està car' quan la taxa és e_2 .

2. Arbitratge espacial

L'arbitratge consisteix a

- comprar o vendre béns (o actius),
- quan hi ha diferències en els preus dels béns (o dels actius),
- amb el propòsit d'obtenir un guany.

L'especulació es defineix de la mateixa manera. El que separa totes dues activitats és que en l'arbitratge el resultat de les compravendes és conegut d'entrada (el guany és segur), mentre que en l'especulació el resultat és incert (el guany pretès pot finalment concretar-se en una pèrdua).

Per exemple, si existissin dos mercats de divises amb taxes $e_1 = 2 \$/\text{€}$ i $e_2 = 3 \$/\text{€}$ es podria dur a terme arbitratge.

Raons geogràfiques justificarien l'existència de dos mercats per a les mateixes monedes: un mercat s'organitzaria als EUA (a Washington, per exemple, on hi ha la seu de la Reserva Federal dels EUA) i un altre a l'eurozona (a Frankfurt, on hi ha la seu del Banc Central Europeu). Suposem que $e_1 = 2 \$/\text{€}$ és la taxa en el mercat americà i $e_2 = 3 \$/\text{€}$ és la taxa en el mercat europeu.

L'estratègia per a obtenir un guany d'una compravenda és ben simple: comprar barat i vendre car. En el cas de l'euro, estaria barat en el mercat americà: allà comprar un euro només requereix desembutxacar dos dòlars, quan comprar-lo en el mercat europeu exigeix desembutxacar-ne tres.

Considerant negligibles els costos de transacció, un arbitratgista americà aconseguiria un benefici segur comprant euros en el mercat americà i venent-los en el mercat europeu. Per cada dòlar de què disposa l'arbitratgista americà, en el mercat americà en pot obtenir mig euro, aquest es pot canviar en el mercat europeu per 3/2 dòlars i, així, obtenir un benefici de mig dòlar per dòlar esmerçat; vegeu la Fig. 1.

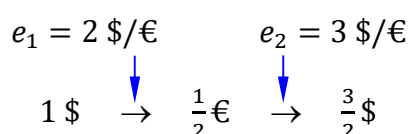


Fig. 1. Arbitratge d'un americà (guany segur del 50%)

Segons el model competitiu del mercat de divises, la compra d'euros pels arbitratgistes americans en el mercat americà apujaria el valor de l'euro allà: e_1 tendria a augmentar. I la venda que en fan al mercat europeu provocaria la davallada del valor de l'euro: e_2 tendria a disminuir. Mentre els dos valors siguin diferents, l'estratègia de comprar euros als EUA i vendre'ls a l'eurozona produirà un benefici. Però les operacions que els propis arbitratgistes fan en els dos mercats tendeixen a apropar les taxes, eventualment produint la seva igualtat (en algun valor entre 2 \$/€ i 3 \$/€).

L'arbitratge espacial (l'arbitratge que involucra mercats separats geogràficament) ha produït un resultat local o microeconòmic (beneficis dels arbitratgistes) però també un de global o macroeconòmic: els dos mercats tenen la mateixa taxa de canvi.

De l'anterior es pot deduir que l'arbitratge espacial és una força que integra mercats segmentats geogràficament: gràcies a l'arbitratge es pot interpretar que no hi ha dos mercats de divises sinó només un, atès que qualsevol discrepància en el valor de la taxa seria corregit per la intervenció de l'arbitratge.

La correcció serà encara més ràpida per la participació dels arbitratgistes europeus, que també podrien aconseguir un benefici segur comprant-ne barat i venent-ne car. L'estratègia dels arbitratgistes americans no sembla apropiada per als europeus, atès que els arbitratgistes europeus ja disposen d'euros. En tot cas, comprar-ne més (en el mercat americà) demanaria pagar-los amb dòlars, que no és la moneda pròpia dels europeus.

Això no treu que els arbitratgistes europeus disposin d'una estratègia més adequada al fet que ells disposen d'euros. Des la perspectiva d'un europeu, el dòlar està barat en el mercat europeu (amb taxa de canvi $e_2' = \frac{1}{3} \text{€}/\$$) i està car en l'americà (on la taxa és $e_1' = \frac{1}{2} \text{€}/\$$).

En conseqüència, per cada euro disponible per a fer arbitratge, l'arbitratgista europeu pot aconseguir 3 dòlars en el mercat europeu, que a continuació es poden vendre en l'americà a canvi de $3/2$ euros; vegeu la Fig. 2.

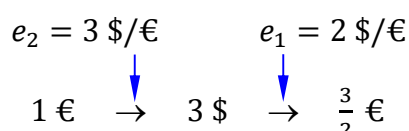


Fig. 2. Arbitratge d'un europeu (guany segur del 50%)

Combinant les operacions dels dos tipus d'arbitratgistes:

- en el mercat europeu, els americans incrementen l'oferta d'euros (venen els euros adquirits en el mercat americà) i els europeus fan créixer la demanda de dòlars (tot venent els euros que inicialment tenen), creixement que equival a un increment de l'oferta d'euros, de manera que més oferta d'euros per americans i europeus deprecia l'euro respecte del dòlar i fa caure la taxa $e_2 = 3 \text{ \$}/\text{€}$;
- en el mercat americà, els americans incrementen la demanda d'euros (venen els dòlars de què inicialment disposen) i els europeus fan créixer l'oferta de dòlars (tot venent els dòlars adquirits en el mercat europeu), creixement que equival a un increment de la demanda d'euros, de manera que més demanda d'euros per americans i europeus aprecia l'euro respecte del dòlar i fa pujar la taxa $e_1 = 2 \text{ \$}/\text{€}$.

3. Una extensió del model competitiu simple del mercat de divises

En el model competitiu simple del mercat de divises (on l'euro € és la moneda domèstica i el dòlar \$ l'estrangera) hi ha una funció d'oferta d'euros

$$q_{\text{€}}^S = f(e)$$

on f és una funció creixent de la taxa de canvi e (expressada en \$/€), hi ha una funció de demanda d'euros

$$q_{\epsilon}^d = g(e)$$

on g és una funció decreixent de la taxa de canvi e , i la condició d'igualtat entre les funcions d'oferta i demanda d'euros $f(e^*) = g(e^*)$ determina el valor de la taxa de canvi d'equilibri e^* .

L'extensió del model simple divideix cada funció en dues parts: una part associada amb les transaccions reals (es compra la moneda estrangera per a obtenir béns o serveis estrangers) i una segona part associada amb les transaccions financeres (es compra la moneda estrangera per a adquirir actius financers estrangers). Per tant, la funció d'oferta d'euros prendrà la forma

$$q_{\epsilon}^s = f_r(e) + f_f(e)$$

on $f_r(e)$ és la quantitat oferta d'euros per motius reals quan la taxa de canvi és e i $f_f(e)$ és la quantitat oferta d'euros per motius financers quan la taxa de canvi és e . Les dues funcions f_r i f_f s'assumeixen creixents amb la taxa de canvi. De manera anàloga, la funció de demanda d'euros

$$q_{\epsilon}^d = g_r(e) + g_f(e)$$

serà la suma de la funció de demanda d'euros g_r per motius reals i de la funció de demanda d'euros g_f per motius financers. Les dues funcions g_r i g_f s'assumeixen decreixents amb la taxa de canvi.

Igual que en el model simple, la taxa de canvi d'equilibri e^* satisfà

$$q_{\epsilon}^s = f_r(e^*) + f_f(e^*) = g_r(e^*) + g_f(e^*) = q_{\epsilon}^d.$$

Un aspecte interessant del model és que la igualtat $f_r(e) + f_f(e) = g_r(e) + g_f(e)$ no implica la igualtat $f_r(e) = g_r(e)$. Això significa que la taxa de canvi d'equilibri no garanteix l'equilibri de la balança per compte corrent (que recull les transaccions per motius reals). En concret, si amb la taxa d'equilibri e^* resulta

$$f_r(e^*) > g_r(e^*)$$

aleshores hi haurà un excés d'oferta d'euros per motius reals. Atès que l'oferta d'euros $f_r(e)$ per motius reals va associada amb les importacions europees de béns i serveis americans i la demanda d'euros $g_r(e)$ per motius reals va associada amb les exportacions europees de béns i serveis europeus, la diferència

$$f_r(e^*) - g_r(e^*)$$

mesuraria en euros el dèficit per compte corrent de l'eurozona quan el mercat de divises es troba en equilibri. A la inversa,

$$f_r(e^*) < g_r(e^*)$$

significaria que l'eurozona acumula un superàvit per compte corrent de magnitud

$$g_r(e^*) - f_r(e^*).$$

S'hauria de poder comprovar fàcilment que l'eurozona té superàvit per compte corrent si la taxa de canvi e^r que equilibra la balança per compte corrent (la taxa e^r que satisfà $f_r(e^r) = g_r(e^r)$) és superior a la taxa de canvi e^* d'equilibri (o, equivalentment, $e^* < e^r$). L'explicació és que si es rebaixa la taxa de canvi que equilibra la balança per compte corrent l'eurozona guanya competitivitat i, com a conseqüència, s'assoleix un superàvit corrent.

Simètricament, l'eurozona té dèficit per compte corrent si $e^* > e^r$: la taxa de canvi que equilibra totes les transaccions és superior a la taxa que equilibra només les transaccions per motius reals.

La Fig. 3 a continuació representa el model gràficament.

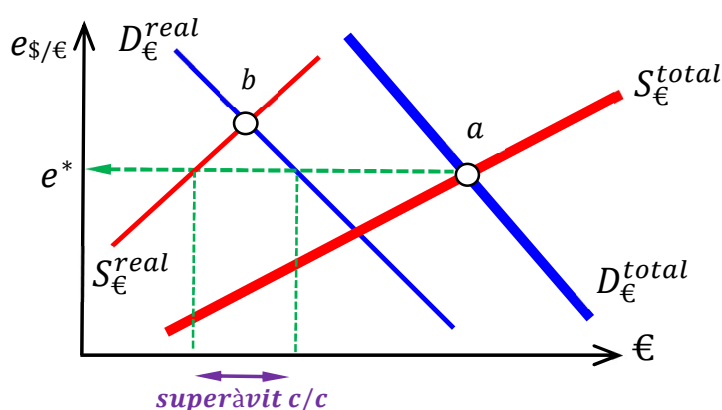


Fig. 3. El model ampliat del mercat de divises

L'equilibri de mercat es troba en el punt a , on s'igualen les funcions totals d'oferta i demanda d'euros. El punt b representaria l'equilibri de la balança per compte corrent. Atès que en el mercat hi ha una taxa de canvi (la corresponent al punt a) inferior a la taxa que equilibraria la balança per compte corrent, es dedueix que la taxa de canvi de mercat està depreciada respecte d'aquella que deixaria a zero el saldo de la balança per compte corrent. Per consegüent, en el punt a hi ha un superàvit de la balança per compte corrent de l'eurozona. La magnitud (en euros) del superàvit coincideix amb la distància entre les funcions d'oferta i demanda d'euros per motius reals quan la taxa de canvi la marca el punt a (la taxa e^*).

Amb taxa e^* , la demanda d'euros per motius reals (exportacions de l'eurozona) és superior a l'oferta d'euros per motius reals (importacions de l'eurozona). Per aquesta raó, amb taxa e^* , hi hagi un supèravit per compte corrent europeu.

El següent exemple il·lustra numèricament les explicacions anteriors (es deixa com a exercici representar gràficament les funcions i els resultats numèrics).

- Funció d'oferta d'euros per motius reals $q_{\epsilon}^{s,r} = e$
- Funció d'oferta d'euros per motius financers $q_{\epsilon}^{s,f} = 4e$
- Funció d'oferta total d'euros $q_{\epsilon}^s = q_{\epsilon}^{s,r} + q_{\epsilon}^{s,f} = 5e$

- Funció de demanda d'euros per motius reals $q_{\text{€}}^{d,r} = 6 - e/4$
- Funció de demanda d'euros per motius financers $q_{\text{€}}^{d,f} = 18 - 3e/4$
- Funció de demanda total d'euros $q_{\text{€}}^d = q_{\text{€}}^{d,r} + q_{\text{€}}^{d,f} = 24 - e$

La taxa de canvi d'equilibri soluciona l'equació

$$q_{\text{€}}^s = q_{\text{€}}^d$$

$$5e = 24 - e.$$

Així doncs, la taxa d'equilibri és

$$e^* = 4 \text{ \$/€}.$$

Amb $e^* = 4$, la quantitat oferta d'euros (importacions de béns i serveis americans) és

$$q_{\text{€}}^{s,r} = e^* = 4 \text{ €}$$

i la quantitat demandada d'euros (exportacions de béns i serveis europeus) és

$$q_{\text{€}}^{d,r} = 6 - \frac{e^*}{4} = 5 \text{ €}.$$

Atès que $q_{\text{€}}^{d,r} > q_{\text{€}}^{s,r}$ la conclusió és que hi ha un supèravit per compte corrent europeu igual a

$$q_{\text{€}}^{d,r} - q_{\text{€}}^{s,r} = 5 - 4 = 1 \text{ €}.$$

Segons les explicacions prèvies, l'existència de supèravit per compte corrent requereix que la taxa de canvi que equilibra la balança per compte corrent sigui superior a la taxa d'equilibri $e^* = 4$. Efectivament, la taxa que equilibra la balança satisfà

$$q_{\text{€}}^{s,r} = q_{\text{€}}^{d,r}$$

$$e = 6 - \frac{e}{4}$$

$$e = \frac{24}{5} > e^* = 4.$$

En el model també es pot determinar la importància relativa de les transaccions per motius reals. En concret, en l'equilibri, la demanda total d'euros és

$$q_{\text{€}}^d = 24 - e^* = 24 - 4 = 20 \text{ €}.$$

També en equilibri la demanda d'euros per motius reals és

$$q_{\text{€}}^{d,r} = 6 - \frac{e^*}{4} = 5 \text{ €}$$

i (com era d'esperar) la demanda d'euros per motius financers és

$$q_{\text{€}}^{d,f} = 18 - \frac{3e^*}{4} = 18 - 3 = 15 \text{ €}.$$

Per consegüent, des del costat de la demanda d'euros, la proporció de les transaccions per motius reals és del 25%:

$$\text{proporció de transaccions reals (demanda)} = \frac{q_{\epsilon}^{d,r}}{q_{\epsilon}^{d,r} + q_{\epsilon}^{d,f}} = \frac{5}{5 + 15} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}.$$

Des del costat de l'oferta, l'oferta total d'euros és

$$q_{\epsilon}^s = 5e^* = 20 \text{ €}.$$

Atès que oferta i demanda total s'avaluen amb la taxa d'equilibri, els seus valors coincideixen: 20. L'oferta d'euros en equilibri per motius reals és

$$q_{\epsilon}^{s,r} = e^* = 4 \text{ €}.$$

L'oferta d'euros en equilibri per motius financers és

$$q_{\epsilon}^{s,f} = 4e^* = 16 \text{ €}.$$

Es podria concloure que, des del costat de l'oferta d'euros, la proporció de les transaccions per motius reals és

$$\text{proporció de transaccions reals (oferta)} = \frac{q_{\epsilon}^{s,r}}{q_{\epsilon}^{s,r} + q_{\epsilon}^{s,f}} = \frac{4}{4 + 16} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$$

però llavors s'arriba a un resultat aparentment contradictori: la proporció de les transaccions per motius reals és diferent si es mesura des del costat de l'oferta d'euros (1/5) que si es mesura des del costat de la demanda d'euros (1/4).

Què causa la discrepància? El superàvit per compte corrent europeu (per valor d'1). Aquest superàvit implica que, en termes nets, hi ha transaccions reals associades amb la demanda d'euros d'estrangers per a adquirir béns o serveis europeus que no tenen una contrapartida en termes de transaccions reals associades amb l'oferta d'euros d'europeus per a adquirir béns o serveis americans. És exactament el que representa el supèravit europeu: es venen més béns i serveis a l'exterior dels que es compren.

En correspondència amb aquesta interpretació, s'entén que la balança de capital europea està en dèficit: es compren més actius financers estrangers dels que els estrangers compren a l'eurozona. De fet, la proporció de transaccions financeres en euros des del costat de la demanda és

$$\text{proporció de transaccions financeres (demanda)} = \frac{q_{\epsilon}^{d,f}}{q_{\epsilon}^{d,r} + q_{\epsilon}^{d,f}} = \frac{15}{5 + 15} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4}$$

la proporció de transaccions financeres en euros des del costat de l'oferta és

$$\text{proporció de transaccions financeres (oferta)} = \frac{q_{\epsilon}^{s,f}}{q_{\epsilon}^{s,r} + q_{\epsilon}^{s,f}} = \frac{16}{4 + 16} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5}.$$

La unitat (que coincideix amb el superàvit europeu) que provoca que, en el cas real, la proporció des del costat de la demanda ($\frac{5}{20}$) sigui superior a la proporció des del costat de l'oferta ($\frac{4}{20}$) és la mateixa unitat que causa que, en el cas financer, la proporció des del costat de l'oferta ($\frac{16}{20}$) sigui superior a la proporció des del costat de la demanda ($\frac{15}{20}$).

Aquest exemple il·lustra que mesurar la realitat (en aquest cas, la proporció de transaccions per raons reals o financeres en el mercat de divises) no és sempre una feina trivial: tot depèn de com es defineixin o interpretin els conceptes a quantificar. Poden coexistir maneres alternatives (totes igualment vàlides o justificables) de mesurar una mateixa variable. En el cas presentat, s'ha de mesurar la proporció des del costat de l'oferta o des del costat de la demanda? La lliçó final és que, en general, hi ha un cert grau d'arbitrarietat en la quantificació de la realitat econòmica. El pes de les transaccions per motius financers, en l'exemple anterior, és $\frac{3}{4}$ o $\frac{4}{5}$? O cap dels dos?

4. Desestabilitza l'especulació?

L'èxit de les operacions d'especulació depèn del grau d'encert en les conjectures o expectatives. Com més indicis apuntin que una taxa de canvi es mourà en un sentit, més incentiu es dona a l'especulació ja que, en general, a curt termini, una taxa tant pot incrementar-se com reduir-se.

Un dels aspectes que fa perillós adoptar una taxa de canvi fixa és que, amb el temps, les pressions sobre la taxa de canvi tendeixen a alinear-se en un sentit clar. Per exemple, la moneda d'un país que desenvolupa més inflació que un altre tendirà a depreciar-se (respecte de la moneda de l'altre país). Si s'ha adoptat una taxa de canvi fixa, l'expectativa natural és que la taxa sofrirà pressions a la baixa, no pas a l'alça. Aquest fet fa més segura una aposta baixista: especular amb la creença que la taxa de canvi serà devaluada (disminució de la taxa de canvi fixa).

Però encara que la taxa de canvi sigui flexible, les mateixes forces que pressionen la taxa en un sentit clar (i no en l'altre) donen incentiu a especular. Ja no es tracta (com amb una taxa de canvi fixa) d'obtenir el guany provocant que el govern alteri la taxa de canvi fixa, sinó simplement de tenir èxit en la predicció de la taxa de canvi futura.

Almenys un tret fa preocupant que l'especulació no estigui sotmesa a restriccions: la capacitat dels especuladors de provocar amb les seves actuacions allò que creuen que passarà (o més aviat allò que volen que passi).

Per exemple, amb les funcions d'oferta i demanda d'euros de la secció anterior,

$$\begin{aligned}q_{\text{€}}^s &= 5e \\ q_{\text{€}}^d &= 24 - e\end{aligned}$$

imaginem que un especulador (o grup d'especuladors) creu que la taxa caurà (o vol que la taxa caigui) des del valor d'equilibri $e^* = 4$ \$/€ a una taxa expectada $e^e = 3$ \$/€. Per tant, l'expectativa (o la voluntat) és que l'euro es depreciï un 25% respecte del dòlar.

Les operacions que l'especulador durà a terme per a treure'n profit d'aquesta creença (desig) contribueixen a produir el resultat expectat (o volgut). Si l'especulador està convençut que la taxa caurà de 4 \$/€ a 3 \$/€ farà el següent (una estratègia que s'anomena 'venda en descobert' o endeutar-se en allò que es creu que perdrà valor i, per tant, es podrà retornar a un preu inferior):

- endeutar-se en euros (la moneda que l'especulador creu que perdrà valor; s'entén que el venciment del préstec coincideix amb el moment a què correspon la taxa expectada $e^e = 3 \text{ \$}/\text{€}$);
- canviar els euros per dòlars a la taxa corrent de 4 \$/€;
- invertir el dòlars comprant algun actiu financer americà (o, simplement, mantenir els dòlars);
- quan arriba el moment a què correspon la taxa expectada de 3 \$/€ (un dia després, un mes, un any), es canvien els dòlars per euros i es retorna el préstec amb el seu interès.

En quines condicions aquesta estratègia genera un benefici? Retornant a l'exemple numèric, suposem que l'especulador vol vendre en el mercat de divises euros per valor de dues unitats. En el model, aquesta intervenció desplaçaria cap a dreta dues unitats la funció d'oferta d'euros, que ara prendria la forma

$$q_{\text{€}}^s = 5e + 2.$$

Si la funció de demanda no es modifica, la nova taxa de canvi d'equilibri és

$$e_1^* = \frac{11}{3} \text{ \$}/\text{€} \approx 3,6 \text{ \$}/\text{€}.$$

La venda d'euros (que es pot considerar un atac especulatiu contra l'euro) contribueix a moure la taxa de canvi en la direcció que interessa a l'especulador: cap avall. Tot i que l'especulador no ha encertat plenament (l'expectativa era de 3 \$/€ i la taxa només ha caigut fins a 3,6 \$/€), és possible que hagi aconseguit un benefici de l'operació?

D'entrada, imaginem que l'especulador no disposa de recursos a esmerçar en l'especulació.

- Inicialment, demana un préstec d'euros: manlleua les dues unitats d'euro i haurà de pagar (en el moment en què es determina la taxa de canvi expectada) $2(1 + i) \text{ €}$, on i és la taxa d'interès aplicable en el període (entre l'obtenció del préstec i la determinació del nou valor de la taxa).
- Amb les dues unitats d'euro l'especulador compra dòlars, segons la taxa corrent de 4 \$/€. Aquesta operació incrementa en dues unitats l'oferta d'euros. N'obté 8 unitats de dòlar.
- Per a simplificar (o si el període considerat és molt curt) l'especulador conserva els dòlars i s'espera a què es determini la nova taxa de canvi.
- La nova taxa, com s'ha calculat, és $e_1^* = \frac{11}{3} \text{ \$}/\text{€}$. Amb aquesta taxa, transforma les 8 unitats de dòlar en $\frac{24}{11}$ unitats d'euro.
- El benefici (o pèrdua) de l'operació és el valor anterior menys el retorn del préstec:

$$\frac{24}{11} - 2(1 + i).$$

En resum, la condició per a obtenir benefici és

$$i < \frac{1}{11}.$$

Una taxa d'interès de préstecs d'euros prou petita estimula l'especulació contra l'euro. De l'anàlisi anterior es dedueix que no cal que l'especulador cregui que hi ha raons objectives que causin una futura depreciació de l'euro (com una inflació més elevada que en l'economia estrangera). L'únic que necessitaria per a llençar l'atac especulatiu és la creença que l'atac té prou força (que la venda d'euros és suficientment significativa com per a modificar la taxa de canvi en una magnitud substancial).

Què hauria passat si, en comptes de vendre'n dues unitats, l'especulador n'hagués venut quatre? (Generalment, els atacs especulatius són recurrents: es fa un primer intent, es veu el resultat i, sobre aquesta base, es llença un altre i així successivament fins que els especuladors queden satisfets o fins que alguna cosa rebenta). La funció d'oferta hauria estat

$$q_{\text{€}}^s = 5e + 4$$

la nova taxa de canvi

$$e_2^* = \frac{10}{3} \$/\text{€} \approx 3,3 \$/\text{€}$$

els beneficis

$$\frac{24}{5} - 4(1 + i)$$

i la condició per a què siguin positius

$$i < \frac{1}{5}.$$

Resultat: abocant més euros en el mercat de divises hi ha més valors de la taxa d'interès (abans per sota d' $1/11$ i ara per sota d' $1/5$) que fan profitable l'especulació.

Què hauria passat si, en comptes de vendre'n quatre unitats, l'especulador n'hagués venut sis unitats d'euro? La funció d'oferta hauria estat

$$q_{\text{€}}^s = 5e + 6$$

la nova taxa de canvi

$$e_3^* = 3 \$/\text{€}$$

els beneficis

$$8 - 6(1 + i)$$

i la condició per a què siguin positius

$$i < \frac{1}{3}.$$

Llicó: taxes d'interès baixes són una invitació a l'especulació quan, a més, el crèdit és abundant i l'avarícia se surt de l'escala.

5. Arbitratge triangular

Un tret característic de l'anàlisi macroeconòmica és considerar la interacció de parts d'una economia. En l'anàlisi convencional les 'parts' de l'economia tingudes per més rellevants s'anomenen 'mercats', de manera que l'anàlisi macroeconòmica se centraria en determinar com es relacionen mercats de tota mena. Com més intensa sigui la relació entre mercats més integrats se'ls consideraria. Mercats suficientment integrats passarien a veure's com a mercats únics.

Els mercats de divises il·lustren aquesta visió. D'entrada la creació de noves monedes genera més mercats. Com més mercats, més complexa esdevé l'anàlisi de les seves connexions i interaccions. D'altra banda, l'arbitratge constitueix una 'força econòmica' que integra mercats (i, en la pràctica, redueix el seu nombre: dos mercats molt integrats de facto són un únic mercat). Una economia es podria conceptualitzar com un conjunt de mercats que s'expandeix i es contrau: l'expansió deriva de crear nous béns, serveis, actius financers o monedes; la contracció seria el resultat de la integració (suficientment profunda) o la connexió (suficientment intensa) de mercats.

L'arbitratge triangular és un mecanisme que té un doble resultat. D'una banda, genera un benefici privat per als arbitratgistes; de l'altra, contribueix a integrar mercats i, així, reduir el seu nombre en la pràctica. L'efecte macroeconòmic de l'arbitratge triangular es reduir tots els mercats de divises a un del sol: tot i que realment encara hi hauria un mercat per a cada moneda, l'arbitratge faria irrelevant en quin mercat concret es fes l'intercanvi de moneda. L'efecte microeconòmic de l'arbitratge triangular seria equilibrar tots els mercats de divises amb taxes de canvi consistents entre elles, en el sentit que el preu de canviar, per exemple, euros per dòlars seria el mateix que el de canviar euros per dòlars passant per una tercera moneda (canviant, posem per cas, euros per iens i després iens per dòlars).

L'arbitratge triangular s'aprofita de diferències de preus de tres divises per a obtenir beneficis segurs. El pas de dues a tres monedes és un canvi profund: amb dues monedes, només hi ha un camí per a passar d'una moneda a una altra. La introducció d'una tercera moneda provoca un canvi radical: ara, a banda del camí directe entre dues monedes (representat pel mercat de les dues monedes) hi ha un camí indirecte que porta d'una moneda cap a una altra a través de la tercera moneda.

Hi ha possibilitat de fer arbitratge triangular quan els dos camins discrepen: la taxa de canvi directa entre dues monedes és diferent de la taxa de canvi indirecta de les dues monedes obtinguda per intervenció d'una tercera moneda.

Per exemple, suposem que hi ha tres monedes (euro, dòlar i ien) i que les seves taxes de canvi (directes) són 2 \$/€, 3 ¥/\$ i 4 ¥/€. En aquest cas la taxa directa entre dues monedes és diferent de la taxa indirecta. En concret, si considerem euros i dòlars, la taxa directa és

$$2 \$ — 1€$$

en tant que la indirecta seria

$$4/3 \$ — 1€$$

que és el resultat d'emprar les altres dues taxes directes

$$3 ¥ — 1\$$$

$$4 ¥ — 1€.$$

Segons la taxa directa 2 \$/€, el preu d'un euro són dos dòlars. En canvi, si l'euro es ven per iens d'acord amb la taxa 4 ¥/€ s'obtenen 4 iens; i si aquests iens es venen per dòlars aplicant la taxa 3 ¥/\$ s'aconsegueixen 4/3 dòlars.

Es podria pensar que el segon preu no importa, ja que la taxa directa proporciona més dòlars (dos) que la indirecta (un i un terç). Error. Les inconsistències de preus sempre importen, perquè són oportunitats de fer un guany segur, que és com anar caminat pel carrer i trobar-se bitllets d'euro a terra. L'arbitratge és prendre'ls, no deixar-los allà.

De fet, que la discrepància de taxes no importi a algú que vulgui vendre euros no implica que no importi a algú que els vulgui comprar. Normalitzant les taxes respecte del dòlar, la taxa directa és

$$1 \$ — 1/2 €$$

(que s'obté de la taxa normalitzada respecte de l'euro 2 \$ — 1€ dividint tots dos costats per dos) i la indirecta

$$1 \$ — 3/4 €.$$

És obvi que algú que vulgui vendre dòlars estarà interessat a fer servir la taxa indirecta (vendre dòlars a canvi de iens i després vendre els iens a canvi d'euros) abans que no pas la directa (vendre dòlars a canvi d'euros).

La taxa directa entre euro i dòlar és

$$e_{\$/€} = 2 \$/€.$$

La taxa indirecta entre euro i dòlars (a través del ien) s'obté multiplicant les altres dues taxes de canvi, però de manera que, en el producte, el ien es cancel·li. Tal com s'ha presentat les altres dues taxes de canvi

$$e_{¥\$} = 3 ¥/\$$$

$$e_{¥€} = 4 ¥/€$$

multiplicar-les no produeix cap taxa de canvi:

$$e_{¥\$} \cdot e_{¥€} = \frac{3 ¥}{\$} \cdot \frac{4 ¥}{€} = 12 \frac{¥^2}{\$€}.$$

Aquesta bestiola no és una taxa de canvi. Hi ha, però, un remei fàcil: invertir alguna de les dues taxes. Específicament, si interessa que les unitats siguin les mateixes que la de la taxa de canvi directa (\$/€), convé mantenir l'euro en el denominador (i, així, no invertir la taxa $e_{¥€}$) i portar el dòlar al numerador en la taxa $e_{¥\$} = 3 ¥/\$$. El resultat d'invertir aquesta taxa (s'inverteix el valor numèric i les unitats) és

$$e_{\$¥} = 1/3 \$/¥.$$

La taxa indirecta entre euro i dòlar (passant pel ien) és

$$e_{\$¥} \cdot e_{¥€} = \frac{1 \$}{3 ¥} \cdot 4 \frac{¥}{€} = \frac{4 \$}{3 €}.$$

S'observa que

$$2 = e_{\$€} \neq e_{\$¥} \cdot e_{¥€} = 4/3$$

que és símptoma de la diferència entre canviar euros per dòlars directament o fer-ho per mitjà del canvi de iens. En resum, hi ha oportunitats d'arbitratge si

$$e_{\$€} \neq e_{\$¥} \cdot e_{¥€}.$$

No importa si es mesura la taxa de canvi en \$/€ (que porta a considerar la desigualtat anterior) o en €/\$. Si la desigualtat anterior es produeix aleshores també passa que

$$e_{€\$} \neq e_{€¥} \cdot e_{¥\$}$$

atès que si

$$x \neq y \cdot z$$

llavors és cert que

$$\frac{1}{x} \neq \frac{1}{z} \cdot \frac{1}{y}.$$

Tampoc no importen les dues monedes triades per a determinar les taxes directa i indirecta. És fàcil de comprovar que si es produeix la desigualtat anterior també es produeix

$$e_{\$¥} \neq e_{\$€} \cdot e_{€¥}$$

i, per l'explicat just abans,

$$e_{¥\$} \neq e_{¥€} \cdot e_{€\$}$$

(el canvi entre dòlars i iens no coincideix amb el canvi entre dòlars i iens passant per l'euro) i a més

$$e_{€¥} \neq e_{€\$} \cdot e_{\$¥}$$

i, per extensió,

$$e_{¥€} \neq e_{¥\$} \cdot e_{\$€}$$

(el canvi entre euros i iens no és igual al canvi entre euros i iens passant pel dòlar). Dit d'una altra manera, si alguna de les sis desigualtats anteriors es produeix, aleshores les altres cinc també.

Centrem-nos en la primera desigualtat

$$e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \neq e_{\$/\text{€}}$$

Aquesta pot expressar-se de manera equivalent movent la taxa $e_{\$/\text{€}}$ a l'esquerra (que equival a invertir-la):

$$e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} \neq 1.$$

En l'exemple, les taxes són

$$e_{\$/\text{¥}} = 1/3 \text{ \$}/\text{¥}$$

$$e_{\text{¥}/\text{€}} = 4 \text{ ¥}/\text{€}$$

$$e_{\text{€}/\$} = 1/2 \text{ €}/\text{\$}$$

i el producte és

$$e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} = \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{3} \neq 1.$$

El producte $e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$}$ representa el resultat del cycle de canvis on, partint d'un dòlar, es compren 3 iens ($e_{\$/\text{¥}} = 1/3 \text{ \$}/\text{¥}$), aquests iens es venen a canvi de 3/4 euros ($e_{\text{¥}/\text{€}} = 4 \text{ ¥}/\text{€}$) i, finalment, es recompren 3/2 dòlars amb aquest euros ($e_{\text{€}/\$} = 1/2 \text{ €}/\text{\$}$).

El cycle de transaccions $\$ \rightarrow \text{¥} \rightarrow \text{€} \rightarrow \$$ sembla xauxa: es comença amb un dòlar i s'acaba la ronda amb dòlar i mig (una rendibilitat del 50%). Com que es tracta d'un cycle, no importa per quina moneda es comenci. Si es comença la ronda pel ien, la seqüència $\text{¥} \rightarrow \text{€} \rightarrow \$ \rightarrow \text{¥}$ genera una sortida de 3/2 iens per cada ien que hi entra al començament (1 ien compra 1/4 euros, aquests compren 1/2 dòlars, i aquests recompren 3/2 iens).

I si es comença per l'euro, la seqüència $\text{€} \rightarrow \$ \rightarrow \text{¥} \rightarrow \text{€}$ fabrica al final 3/2 euros per cada euro esmerçat (1 euro compra 2 dòlars, aquests compren 6 iens, i aquests recompren 3/2 euros). S'observa que cada unitat inicial (un dòlar, un ien, un euro) es transforma en 1,5 unitats al final.

No tot cycle de transaccions és profitós. En realitat, amb tres monedes, només hi ha dos cycles de transaccions: l'anterior $\$ \rightarrow \text{¥} \rightarrow \text{€} \rightarrow \$$ i l'invers $\$ \rightarrow \text{€} \rightarrow \text{¥} \rightarrow \$$, representats a la Fig. 4.



Fig. 4. Els dos cicles de canvis amb tres monedes

En el cas $\$ \rightarrow \text{€} \rightarrow \text{¥} \rightarrow \$$, un dòlar compra mig euro, que compra dos iens, que recompren dos terços de dòlar. Es tracta d'un negoci ruïnós: es comença amb un dòlar i es tanca el circuit de canvis amb 2/3.

Per exemple, partint d'un euro, el cycle de la dreta produeix les pèrdues $1 \text{ €} \rightarrow 4 \text{ ¥} \rightarrow 4/3 \text{ \$} \rightarrow 2/3 \text{ €}$. A la inversa, el cycle de l'esquerra crea beneficis: $1 \text{ €} \rightarrow 2 \text{ \$} \rightarrow 6 \text{ ¥} \rightarrow 1,5 \text{ €}$.

La verificació de la desigualtat $e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} \neq 1$ és la demostració que hi ha oportunitats d'arbitratge. Si el producte de les tres taxes fos u el cicle de transaccions no generaria ni guany ni pèrdua i, des del punt de vista de l'arbitratge, serien taxes mútuament consistents (el camí d'una a una altra porta al mateix resultat que el camí a través de la tercera moneda).

Recapitulant: $e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} \neq 1$ significa que hi ha oportunitats d'arbitratge i aquestes oportunitats s'aprofiten implementant la seqüència de transaccions $\dots \rightarrow \$ \rightarrow \text{€} \rightarrow \text{¥} \rightarrow \$ \rightarrow \dots$

Quin efecte produeixen aquestes transaccions sobre les taxes de canvi? Portar al compliment de la condició $e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} \neq 1$. Quan aquesta condició es compleix desapareixen les oportunitats d'arbitratge triangular.

Per a l'anàlisi a continuació, és més convenient presentar la desigualtat $e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} \neq 1$ en la forma equivalent $e_{\$/\text{€}} \neq e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}}$. Com es fa calcular prèviament

$$2 = e_{\$/\text{€}} > e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}} = 4/3$$

de manera que seria suficient per a assolir la igualtat

- que $e_{\$/\text{€}}$ disminuís,
- que $e_{\$/\text{¥}}$ augmentés i
- que $e_{\text{¥}/\text{€}}$ augmentés.

L'arbitratge triangular (mitjançant el cicle de canvis $\$ \rightarrow \text{¥} \rightarrow \text{€} \rightarrow \$$) aconseguix aquests tres resultats.

En primer lloc, la transacció $\text{€} \rightarrow \$$ significa vendre euros i comprar dòlars, fet que redueix la taxa $e_{\$/\text{€}}$ (atès que s'expressa en $\$/\text{€}$).

En segon lloc, la transacció $\$ \rightarrow \text{¥}$ significa vendre dòlars i comprar iens, fet que fa créixer la taxa $e_{\$/\text{¥}}$ (que s'expressa en $\$/\text{¥}$).

I, en tercer lloc, la transacció $\text{¥} \rightarrow \text{€}$ significa vendre iens i comprar euros, fet que incrementa la taxa $e_{\text{¥}/\text{€}}$ (que s'expressa en $\text{¥}/\text{€}$).

La Fig. 5 il·lustra l'apropament entre taxa directa $e_{\text{¥}/\text{€}}$ entre ien i euro i la taxa indirecta $e_{\$/\text{€}} \cdot e_{\text{¥}/\$}$ (en aquest cas, la taxa indirecta $e_{\$/\text{€}} \cdot e_{\text{¥}/\$} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ ¥}/\text{€}$ és superior a la directa $e_{\text{¥}/\text{€}} = 4 \text{ ¥}/\text{€}$). Prenent la seqüència de transaccions $1 \text{ €} \rightarrow 2 \$ \rightarrow 6 \text{ ¥} \rightarrow 1,5 \text{ €}$:

- el pas " $1 \text{ €} \rightarrow 2 \$$ " fa apreciar el dòlar (respecte de l'euro) i això redueix $e_{\$/\text{€}}$;
- el pas " $2 \$ \rightarrow 6 \text{ ¥}$ " fa apreciar el ien (respecte del dòlar) i això apuja $e_{\$/\text{¥}}$; i
- el pas " $6 \text{ ¥} \rightarrow 1,5 \text{ €}$ " fa apreciar l'euro (respecte del ien) i això incrementa $e_{\text{¥}/\text{€}}$.

La conseqüència última és que l'execució de l'estratègia de canvis $1 \text{ €} \rightarrow 2 \$ \rightarrow 6 \text{ ¥} \rightarrow 1,5 \text{ €}$ redueix l'escletxa entre $e_{\$/\text{€}}$ (taxa directa) i $e_{\$/\text{¥}} \cdot e_{\text{¥}/\text{€}}$ (taxa indirecta). En concret, considerant la seqüència

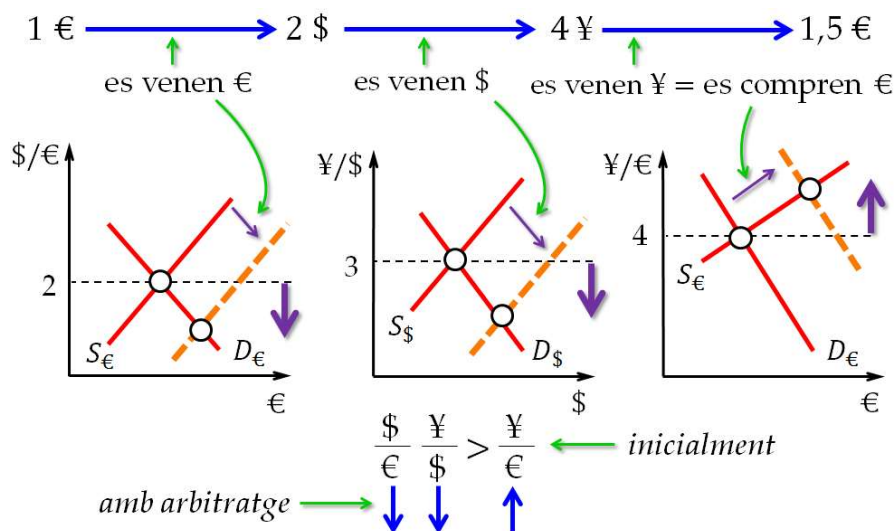


Fig. 5. Efecte de l'arbitratge triangular sobre les taxes de canvi

L'anàlisi de l'arbitratge triangular mostra la diferència entre l'enfocament microeconòmic i el macroeconòmic. Els valors inicials 2 \$/€, 3 ¥/\$ i 4 ¥/€ de les taxes de canvi de la Fig. 5 es poden assumir com a valors que equilibren els respectius mercats. Per tant, aquestes taxes definirien equilibris parcials: considerat independentment cadascun dels tres mercats estaria inicialment en equilibri.

Però l'enfocament macroeconòmic porta a considerar les connexions entre els mercats i, sobre la base de les interaccions entre els tres mercats, els equilibris parcials podrien ser inestables. Altrament dit, la predicció de les taxes de canvi prenent cada mercat per separat (sense considerar possibles lligams entre ells) podria ser una predicció errònia. El motiu és que l'anàlisi microeconòmica d'equilibri parcial obvia forces que connecten els mercats i poden alterar l'equilibri que cada mercat assoliria d'estar aïllat dels demés.

L'exemple mostra que l'arbitratge triangular integraria els tres mercats, de manera que l'equilibri en un mercat no es pot determinar sense considerar simultàniament els equilibris dels altres mercats: els tres mercats s'equilibren simultàniament (macroeconòmicament), no per separat (microeconòmicament). L'arbitratge estableix que les taxes de canvi a cada mercat han de complir una condició macroeconòmica: $e_{\$/¥} \cdot e_{¥/\text{€}} \cdot e_{\text{€}/\$} = 1$.

6. Paritat del poder adquisitiu

La teoria de la paritat del poder adquisitiu (versió absoluta) sosté que la taxa de canvi entre dues monedes s'ajusta per a igualar el poder de compra de les monedes en les dues economies (una senzilla, plausible però invàlida teoria). Essent P l'IPC domèstic i P^* l'IPC estranger, la taxa de canvi e_{PPA} de paritat del poder adquisitiu satisfà

$$e_{PPA} = \frac{P^*}{P}$$

La teoria de la paritat del poder adquisitiu (versió relativa) sosté que la variació $E = \frac{e' - e}{e}$ de la taxa de canvi entre dues monedes està determinada per les diferències entre les taxes d'inflació:

$$E \approx \pi^* - \pi.$$

Segons la paritat relativa, la moneda domèstica s'aprecia quan el nivell de preus estranger creix més ràpidament que el nivell de preus domèstic i la magnitud de l'apreciació es correspon amb la diferència de la taxa de creixement dels preus. Segons la paritat absoluta, la moneda domèstica s'aprecia simplement quan el nivell de preus estranger és més gran que el domèstic.

La paritat absoluta és més estricta que la relativa. La condició $E \approx \pi^* - \pi$ pot derivar-se de la condició $e_{PPA} = \frac{P^*}{P}$. De fet, assumint-ne l'absoluta,

$$1 + E = 1 + \frac{e' - e}{e} = 1 + \frac{e'}{e} - 1 = \frac{e'}{e} = \frac{\frac{P'^*}{P'}}{\frac{P^*}{P}} = \frac{P'^*}{P^*} = \frac{\frac{P'^*}{P^*} - 1 + 1}{\frac{P'}{P} - 1 + 1} = \frac{\pi^* + 1}{\pi + 1}.$$

D'aquí

$$(1 + E)(1 + \pi) = 1 + \pi^*$$

i

$$1 + E + \pi + E\pi = 1 + \pi^*$$

d'on s'obté l'aproximació

$$E \approx \pi^* - \pi$$

quan s'assumeix que el producte $E\pi$ és menyspreable.

7. Sobre la rendibilitat dels actius financers

La idea que hi ha una igualtat (si més no, aproximada) entre les rendibilitats dels diferents actius financers (un cop descomptades les seves diferències en risc, liquiditat i venciment) és el fonament d'una teoria sobre la determinació del preu dels actius financers.

Un exemple prou simple considera la igualtat de rendibilitat entre un préstec típic i una lletra del Tresor, que és un actiu financer que s'emet a descompte: a canvi de pagar ara un preu P , la lletra paga al venciment un valor fix, el seu valor nominal V . La taxa de rendibilitat (o taxa d'interès implícita) de la lletra seria

$$i_{lletra} = \frac{V - P}{P},$$

el benefici $V - P$ que proporciona la compra de la lletra dividit pel cost P d'adquirir-la. La taxa de rendibilitat del préstec (assumit amb un venciment igual que la lletra) és la taxa d'interès i de l'economia.

La condició de paritat entre el rendiment de les dues inversions (prestar i comprar una lletra) és

$$i_{lletra} = i;$$

això és,

$$\frac{V - P}{P} = i.$$

Aïllant-ne P , s'arriba a

$$P = \frac{V}{1 + i}.$$

Aquesta equació expressa el preu de la lletra com a funció inversa de la taxa d'interès: com més alta és la taxa d'interès (com més rendible és prestar), més petit ha de ser el preu de la lletra (per a fer la compra de lletres igualment atractiva que el préstec de diner).

El mateix principi justificaria la fórmula

$$P = \frac{V}{(1 + i_1)(1 + i_2)}$$

com a preu d'una lletra amb venciment a dos períodes i taxes d'interès (d'un préstec) i_1 i i_2 en el primer i segon períodes. Una interpretació de la fórmula és que el preu d'una lletra que venç en dos períodes és el valor descomptat present del seu valor final V .

Sobre aquesta base es pot construir una teoria sobre la formació d'expectatives sobre taxes d'interès futures. Per exemple, suposem que les alternatives d'inversió financera són comprar un bo a dos períodes i comprar dos bons a un període. El rendiment de la compra del bo a dos períodes seria

$$(1 + i_2)(1 + i_2)$$

on i_2 és la taxa d'interès del bo cada període. El rendiment de la compra del primer bo a un període seria

$$1 + i_1$$

on i_1 és la taxa d'interès del bo a un període. En el moment de la compra del primer bo no es coneix la taxa d'interès del bo a un període del període següent. Però l'expectativa i_1^e de la taxa d'interès futura d'un bo a un període hauria de satisfer, per paritat de rendiments,

$$(1 + i_2)(1 + i_2) = (1 + i_1)(1 + i_1^e).$$

D'aquesta expressió es pot aïllar i_1^e , atès que i_1 i i_2 són coneguts en el període inicial. En concret,

$$1 + 2i_2 + i_2i_2 = 1 + i_1 + i_1^e + i_1i_1^e.$$

Menyspreant els productes de dues taxes (que serà un valor d'un ordre de magnitud inferior al valor d'una taxa), la fórmula del valor aproximada seria

$$i_1^e = 2i_2 - i_1.$$

Per exemple, si la taxa d'interès del bo a dos períodes és $i_2 = 4\%$ i la taxa d'interès del bo a un període (el primer d'ells) és $i_1 = 5\%$, l'expectativa futura sobre la taxa d'interès del bo a un període és $i_1^e = 2i_2 - i_1 = 2 \cdot 4 - 5 = 3\%$. Així, sobre la base de la paritat entre les dues inversions (un bo a dos períodes i dos bons d'un), l'expectativa ha de ser que el bo a un període comprant en el segon període tindrà una taxa d'interès al voltant d'un 3%.

El mateixos principis de paritat permeten posar preu a actius financers més complexos.

- **Exemple 1.** Una lletra del tresor a dos períodes que fa un pagament C cada període (el cupó) i té un valor nominal final de V . Si la taxa d'interès del primer període és i_1 i la del segon és i_2 , la condició de paritat entre el rendiment dels préstecs a aquestes taxes i la compra de la lletra implicaria que el preu de la lletra fos el valor descomptat de cada pagament de la lletra.

$$P = \frac{C}{1+i_1} + \frac{C+V}{(1+i_1)(1+i_2)}$$

- **Exemple 2.** Un bo perpetu: un bo sense venciment que paga C cada període. El preu del bo en el cas on la taxa d'interès i és la mateixa cada període seria

$$P = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{C}{(1+i)^t} = C \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1+i)^t}.$$

Fent-ne $x = \frac{1}{1+i}$, es tracta de calcular el sumatori $S = x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots$. Però

$$x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots = x(1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots)$$

i, així,

$$S = x(1 + S).$$

Un cop s'aïlla S i es desfà la definició d' x ,

$$S = \frac{x}{1-x} = \frac{\frac{1}{1+i}}{1 - \frac{1}{1+i}} = \frac{1}{i}.$$

Com a resultat,

$$P = C \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1+i)^t} = C \cdot S = \frac{C}{i}.$$

Amb taxa d'interès constant i , el preu d'un bo perpetu que paga C cada període és $\frac{C}{i}$.

Il·lustració: un bo perpetu que paga 10 € cada any quan la taxa d'interès és, cada any, del 5% tindrà un preu de $P = \frac{10}{0.05} = \frac{1000}{5} = 200$ €.