

MODELS CONCEPTUALS EN EL COMPORTAMENT DE L'EQUILIBRI HUMÀ. PRAXI MOTRIU

*Javier Hernández Vázquez,
Professor d'Educació Física Especial, INEFC-Barcelona.*

Resum

L'ésser humà necessita quotidianament per desplaçar-se pels propis mitjans, i sense ajuts externs, trobar el seu cos en una situació en l'espai que coneixem com bipedestació. Aquesta situació, l'anomenem comportament motriu de l'equilibri i pot ser sense desplaçament o en translació (lineal i rotació).

Perquè es produeixi aquest comportament motriu són necessàries diferents formes de conductes; entre d'altres, considerem la conducta biomecànica, la conducta biològica i la conducta psicològica.

Definim la conducta biomecànica del comportament motriu de l'equilibri, no com un equilibri en el sentit físic del terme, sinó com aquella estabilitat que té el subjecte quan manté una postura determinada i aproximadament estable. El seu centre de gravetat està sobre la base de sustentació, la línia de gravetat

generalment passa lleugerament per darrere o per davant de la cavitat cotiloide, així com per uns elements esquelètics teòricament determinats, que no són constants sinó predominants i són les accions musculars i lligamentoses les que executen que la línia de gravetat es desplaci contínuament, realitzant una sèrie d'oscil·lacions al voltant d'una posició mitjana del subjecte. Aquesta posició representa la solució personal al seu problema d'estabilitat tenint sempre presents les lleis gravitacionals.

Definim la conducta biològica del comportament motriu de l'equilibri com tots aquells comportaments reactius i les interaccions que es produeixen en els mateixos en un primer nivell d'anàlisi, cosa que coneixem per una resposta determinada que denominem sensacions multimodals, que permeten el comportament sensorio-reactiu de l'equilibri humà. Així mateix, definim la conducta psicològica

de l'equilibri motriu com el comportament perceptiu motriu que apareix davant d'una estimulació i aquesta resposta motriu es manifesta i caracteritza per l'anticipació, l'orientació i l'adaptació en l'espai davant d'una estimulació variable (configuració).

Cada una d'elles és un model present en el comportament de l'equilibri i alhora representen formes diferents d'interpretar l'equilibri en l'ésser humà.

És objecte d'aquest treball teòric descriptiu explicar cada una d'aquestes conductes d'equilibri des d'aquestes tres perspectives. La primera part, planteja situacions referencials que són bàsiques, ja que qualsevol dels mètodes de valoració que s'utilitzen, tant en la conducta biològica, biomecànica com en la psicològica, solucionaran parcialment a l'educador o entrenador de la motricitat els mecanismes necessaris per a la seva aplicació i posada en pràctica. D'altra banda, descriu una estructura teòrica o model sobre una rea-



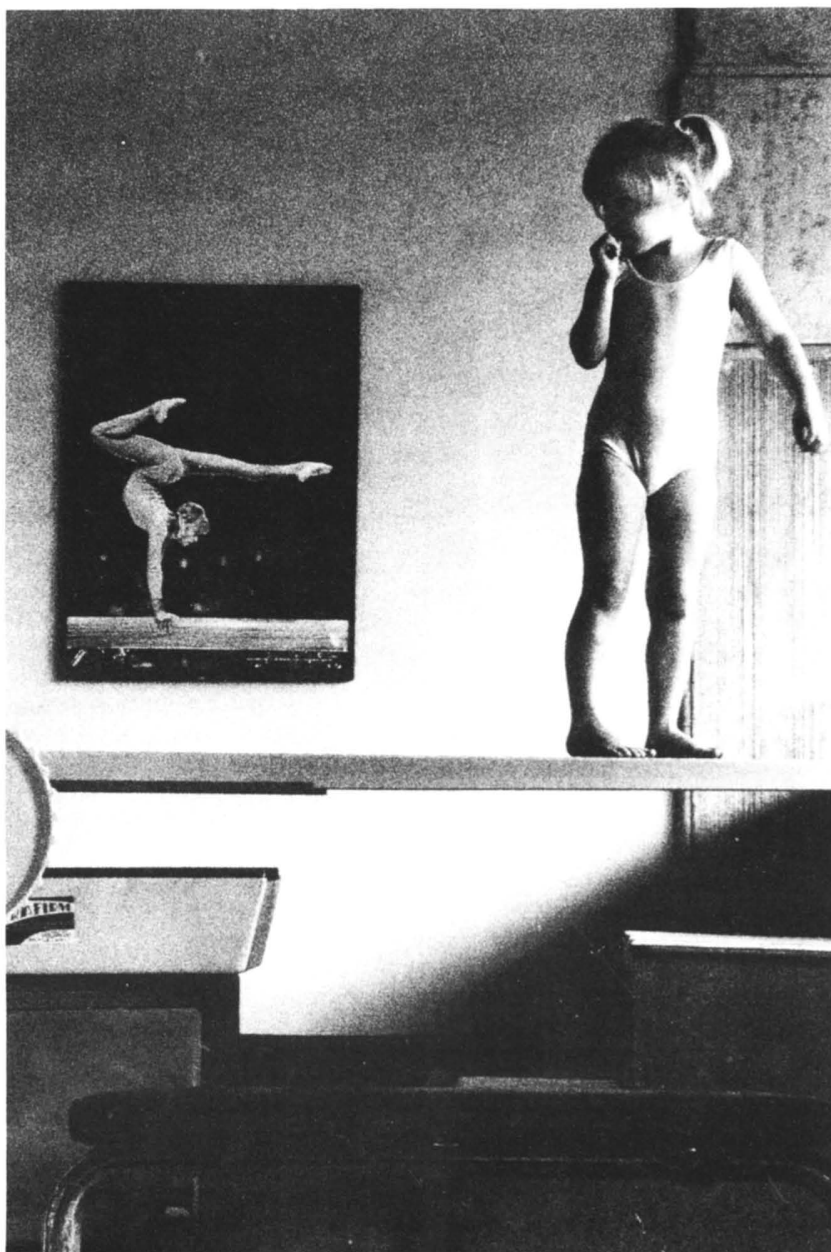
litat que és força complexa i que difícilment es pot simplificar si no és en aspectes puntuals.

Tanmateix, la segona part analitza un model d'aplicació mitjançant la combinació de paràmetres que, per metodologia de l'estudi i també per simplificació, van eliminant-se uns i escollint-se uns altres comportaments motrius d'equilibri, que classifiquem, segons el criteri de prioritització d'equilibris humans, (criteri basat majoritàriament i fonamentalment en la utilització i generalització). Definim el model d'aplicació de l'equilibri com el comportament motriu en bipedestació tònic i cinètic més generalitzable i utilitzat, que combina els paràmetres (òrgans dels sentits i moviment) prioritizant en la visió, propiocepció, funció vestibular i donant com a resultat unes respostes motrius que denominem fonamentals per dimensionar les diferents possibilitats de l'equilibri. A continuació descriurem cada un d'aquests models: biomecànic, biològic, psicològic i d'aplicació.

Paraules clau: Equilibri, postura, sensibilitat, percepció.

Conducta biomecànica del comportament motriu de l'equilibri

Tot estat d'equilibri en l'ésser humà és una activitat extremadament complexa. Només cal mirar com un nen petit realitza aquesta nova activitat per adonar-se de les dificultats que ha de superar el caminant en potència. El comportament de l'equilibri en l'ésser humà és una activitat apresada i també integrada a nivell involuntari, filogènesi i ontogènesi de la motricitat (Da Fonseca, 1988, pp. 35-47).



Big aspirations. FOREL, Roger ARPS. Gran Bretanya. Foto Sport 90.

El comportament de l'equilibri és una activitat motriu molt antiga. Els descobriments dels antropòlegs indiquen que l'ésser humà va realitzar una gran evolució per arribar a la bipedestació (Simons, 1972, pp. 10-28).

Des de la perspectiva mecànica i segons aspectes cinètics considerem que l'ésser humà desplaça el seu cos des d'un punt a l'altre. El seu cos serà assimilat a una massa —el centre de gravetat— sotmès a translacions que imprimeixen els músculs inferiors i que sofreix l'acció de la gravetat, de la inèrcia i de l'acceleració.

“El comportament de l'equilibri s'aborda en biomecànica a partir de components esquelètics i musculars. El model mecànic que cal seguir per a la seva descripció s'assembla al fet de desplaçar una massa sobre un corró o sobre rodes i, a més, és el model més econòmic. Seguint aquest criteri d'economia, hem de disminuir el nombre de rodes i fer coincidir el centre de gravetat amb el centre de les rodes. Si substituïm la massa teòrica pel cos humà, el centre de gravetat de la roda és el centre de gravetat del cos humà i els radis de la roda representen *esquemàticament* els músculs inferiors. Reduint el nombre de radis a la possible trajectòria del múscul tenim una aproximació dels mecanismes que es posen en joc en l'equilibri humà, on es desplaça el centre de gravetat del cos seguint una forma de recolzar-aixecar i el de roda única. En el model expressat de roda de radis, es col·loquen els graons corporals de longitud constant igual a la longitud total dels músculs inferiors. Aquests músculs rectilinis són paral·lels i se situen verticalment a les articulacions del maluc i imprimeixen un desplaçament teòric vertical i horitzontal. Són diversos els factors biome-

cànics que no només garanteixen l'estabilitat de la unitat locomotora, sinó que permeten el sincronisme de mobilitat/estabilitat, entre aquests trobem: la rotació de la pelvis al voltant de l'eix vertical, la basculació de la pelvis en el costat sense càrrega, la flexió del genoll durant el recolzament, el moviment del peu i del turmell, etc. Uns altres factors que també garanteixen l'estabilitat són les accions musculars en bipedestació o en la marxa en bipedestació, dividides normalment per a la seva descripció didàctica en contacte amb el taló amb el terra, peu pla contra el terra, aixecament de taló, dels dits del peu, avanç del membre inferior oscil·lant, extensió total del genoll” (Plas, Viel, Blanc, 1984, pp. 4-7).

El comportament de l'equilibri sofreix modificacions en funció d'una sèrie de factors: calçat, terreny, càrrega, activitat de la persona considerada; des d'una perspectiva mecànica, factors com lleis gravitacionals, centre de gravetat, base de sustentació, força centrífuga i centrípeta, etc. Cada un d'aquests factors influeix en major o menor grau en l'equilibri de la bipedestació.

Fixar les condicions purament mecàniques de l'equilibri és feina del biomecànic: aquesta descripció de la posició de l'equilibri vertical, simètrica o no, demostrarà quin joc de molles i de palanques intervenen per obtenir l'equilibri; de quina manera es podrà aconseguir o conservar. Sens dubte, aquest estudi purament mecànic és important, però no esgota tot el tema; queda per demostrar com tot aquest mecanisme és posat en marxa per la innervació motora, amb vista precisa de l'equilibri mecànic a obtenir o conservar.

A continuació plantejarem els altres dos models de conceptualitzar el comportament de l'equilibri en l'ésser humà. El primer d'aquests és el model biològic i posteriorment descriurem el psicològic.

Conducta biològica del comportament motriu de l'equilibri. Sensacions

Perquè aquesta innervació, que condueix a l'equilibri o el manté, es realitzi cal un ordre que, evidentment, no és mecànic. Alguna cosa activa intervé que posa les diverses parts del cos en les condicions requerides perquè en oposició a les forces exteriors de la gravetat s'estableixi i es conservi cert estat d'equilibri. Però si aquesta acció vital s'acaba, també s'acaben les tensions posades en marxa per ella i l'equilibri que li corresponia es trenca.

“Les sensacions són la font principal de coneixement del món exterior i del nostre cos. Són nombroses les observacions que demostren que les alteracions de l'entrada d'informació de la primera infància, sordesa i ceguesa generalment, motiven retards en el desenvolupament psíquic del subjecte. Ara bé, com es produeixen aquestes sensacions? Una anàlisi de l'evolució dels òrgans dels sentits demostra com en un llarg procés històric van anar constituint-se òrgans receptius especials que s'anaven especialitzant en el reflex de certs tipus i formes de moviment de la matèria; els receptors cutanis reflectint les influències mecàniques, les auditives, les vibracions sonores, les visuals determinades pel diapasó d'oscil·lacions electromagnètiques” (Luria, 1978, pp. 18-30).



En l'evolució dels organismes superiors apareixen aparells especialitzats de la recepció de diferents tipus d'energia i de fet tenim, no energies concretes dels propis òrgans dels sentits, sinó òrgans específics que reaccionen objectivament a diversos tipus d'energia. El fet que actuar sobre l'ull o l'oïda estimula inadequadament aquests òrgans, sorgeixi o no una sensació específica (visual o auditiva), ens indica l'alt grau d'especialització d'aquests aparells receptors i de la incapacitat de reflectir els efectes per a la recepció dels quals no estan especialitzats.

L'alta especialització dels diferents aparells receptors té com a base no ja les peculiaritats estructurals dels receptors perifèrics (òrgans dels sentits), sinó també l'elevadíssima especialització de les neurones que integren els mecanismes centrals als quals arriben els senyals perceptibles pels òrgans perifèrics dels sentits.

Les sensacions se solen dividir en tres tipus fonamentals: sensacions interoceptives, propioceptives i exteroceptives. A totes les coneixem com a conducta biològica. Les primeres agrupen els senyals que arriben del medi intern del nostre organisme i asseguren la regulació de les necessitats elementals. Les segones garanteixen la informació necessària sobre la situació del cos en l'espai i la situació de l'aparell motriu sustentador i finalment, el tercer grup assegura l'obtenció de senyals procedents de l'exterior i crea la base del nostre comportament conscient.

Per al comportament motor de l'equilibri, les segones i les terceres divisions són fonamentals, o sigui, les propioceptives i les exteroceptives. Comentarem en primer lloc les propioceptives que garanteixen la situa-

ció del cos en l'espai i sobretot, la postura en l'espai de l'aparell motriu sustentador.

"Els receptors perifèrics o profunds es troben en els músculs i a les superfícies articulares (tendons i lligaments). Les excitacions que es produeixen reflecteixen canvis que s'operen durant la distensió muscular i en modificar-se la postura de les articulacions, són conduïdes a la medul·la espinal. També dins d'aquest grup de sensacions estan les que senyalitzen la posició del cos en l'espai. Són receptors perifèrics que estan situats en els canals semicirculars, utrícul i sàcul i líquid endolimfàtic" (Luria, 1978, pp. 18-30).

El líquid endolimfàtic omple aquests conductes i canvia la seva situació depenent de la posició del cap; s'exciten les cèl·lules sensorials que es desplacen sota l'efecte del corrent d'aquest líquid i d'aquesta manera senyalitza els canvis de la posició del cap en l'espai. A diferència de la sensibilitat profunda, la funció vestibular que està estretament relacionada amb la vista participa conjuntament amb ella en el procés d'equilibració i orientació en l'espai" (Luria, 1978, pp. 18-30).

El tercer grup de sensacions són les exteroceptives. Ens ofereixen la informació procedent de l'exterior i constitueixen el grup fonamental de sensacions del medi ambient (vista i oïda). El plantejament que hem descrit fins ara és descriptiu i qualitatiu quant als diversos tipus de sensacions. Però també és important el mesurament quantitatiu. Hi ha mètodes per al mesurament de les sensacions: el mètode de valoració subjectiva i el mètode d'estimació objectiva dels indicis que marquen la presència de sensació. En

"el mètode de valoració subjectiva" se sotmet al subjecte a l'acció de l'estímul corresponent, en l'òrgan o aparell vestibular que reacciona a aquest tipus d'energia. Es requereix contestar quan comença a sentir la sensació corresponent. Així mateix, el valor mínim ve determinat per la sensació que el subjecte indica en el seu informe oral i s'anomena llindar inferior de la sensació. Per llindar superior de sensació s'entén la màxima magnitud de l'estímul més enllà de la qual aquest o bé no s'estimula o n'adquireix d'inici un de nou; la substitució de fet d'una sensació diferent.

És característic dels llindars inferiors de les sensacions que no romanen constants, sinó que canvien en funció de factors, entre els quals podem descriure els següents: habituació o adaptació a l'estímul, possibilitat de postefectes, etc.

Hi ha el mètode objectiu: mitjançant la valoració dels indicis que indiquen el sorgiment de les sensacions.

Se sap que tot estímul generador de sensacions suscita processos d'origen reflex, com l'estretament dels vasos, el canvi de freqüència de l'activitat elèctrica del cervell, dirigir la mirada al lloc de l'excitació (nistagme), la tensió dels músculs cervicals (reflex cervical), etc.

Tots aquests indicis apareixen quan l'estímul arriba al subjecte i desperta sensacions. Quan l'estímul que actua sobre el subjecte és prou dèbil no motiva cap sensació. Quan la intensitat de l'estímul s'eleva, traspasa els límits del llindar inferior i comença a despertar sensacions i apareixen les reaccions vasculars, electrofisiològiques, musculars (reflexos posturals, reflexos d'equilibració, etc.) i oculars (nistagme) (Luria, 1978, pp. 18-30).

En la conducta biològica de l'equilibri que ens trobem hi ha una situació peculiar: l'adaptació vestibular o l'habitació vestibular. L'adaptació vestibular es produeix quan la permanència del contacte entre l'estímul i el receptor sensorial és constant i és el que coneixem com adaptació, "sempre i quan sigui contínua l'adaptació fa referència al fet que la història de contacte previ afecta la reacció sensorial present i ho fa com a factor present en ella en termes d'efectes concrets sobre la conducta reactiva" (Roca, 1990, pp. 7-10). Un exemple d'adaptació vestibular a la incitació de gir és la que es produeix en algunes ocasions en determinats vols, qual l'avió es troba dins d'un núvol i inicia un viratge i després d'un espai curt de temps el pilot creu que es troba en posició de vol normal, quan encara està inclinat (Rosario, 1983, pp. 49-52).

L'habitació o adaptació vestibular es descriu també com un procés en el qual disminueixen o desapareixen les reaccions innates a través de reaccionar repetidament i no associativa-ment.

Hi ha diversos tipus d'habitacions respecte a l'equilibri o relacionat amb ell. Exemple en són les estimulacions calòriques, estimulacions rotatòries, estímuls acústics. L'habitació vestibular, més coneguda com supressió vestibular, consisteix en una progressiva disminució de la resposta quan l'estímul es repeteix diverses vegades. L'habitació del nistagme produïda per estimulació rotatòria que s'adquireix després de 25 estimulacions, s'expressa en una disminució de la velocitat, aptitud i freqüència de components lents i ràpids durant l'acceleració pre-rotatòria i en la desequilibració postrotatòria. "Les desvia-



Marta Cantón

cions a la velocitat o amplitud dels components nistàgmics poden ser reduïts al 30-40 % del valor original" (Brunas-Marely, 1985, pp. 148-160). En l'àmbit de la conducta biològica i concretament, en el comportament de l'equilibri, hi ha dos casos o subfuncions. El primer cas és la reacció sensorial i postural que defineix les característiques de l'estimulació i l'estat dels òrgans que responen i reaccionen. El segon cas, és la interposició sensorial. Destaca la seva relació d'ocurrència d'interaccions entre dimensions d'estimulació; generalment es produeix en una mateixa modalitat sensorial. Situada en aquesta subfunció cal destacar-ne la interferència sensorial definida: com les disharmonies que es produeixen en determinades modalitats sensorials (marejos fisiològics).

Un cop descrites les formes elementals, sensacions que serien el suport de la conducta biològica i puntualment del comportament perceptiu de l'equilibri, resumim definint la conducta biològica de l'equilibri en l'ésser humà com un comportament sensorioreactiu multimodal (aparell vestibular, propiocepció, visió, etc.) produït per situacions mecàniques i condicionades per les lleis de la gravetat, que convergeixen i s'integren en determinades àrees corticals (medul·la, nucli vestibular, cerebel, tàlem, escorça cerebral) i controlen els moviments reflexos del tronc del coll, músculs i membres i juntament amb els òrgans reactius produeixen la sensació d'equilibri que és el suport per a la percepció de l'equilibri.

Un cop descrita la conducta biològica del comportament de l'equilibri humà, la tercera conducta a descriure és la conducta psicològica.

Conducta psicològica del comportament motriu de l'equilibri

Ara bé, no tot es redueix a aspectes biomecànics i a factors biològics. És important descriure com es realitza, manté i conserva l'equilibri des d'un punt de vista psicològic. La percepció de l'equilibri, com a comportament de l'ésser humà, no és innat ni anterior a l'experiència; es deriva de l'experiència com la seva font natural. També en certa mesura se sol atribuir a un instint o a una tendència espontània dels elements nerviosos o de l'organisme, aquesta última explicació que és molt poc satisfactòria.

"Tradicionalment s'entén la percepció com un producte de la ment o del cer-



vell, sense que s'hagi pogut demostrar com i de quina manera es produeix" (Kantor, 1980, pp. 3-16). Percebre, com reaccionar, és un comportament, i tota reactivitat sensorial és una forma de comportament, per descriure-la cal mencionar els diferents canvis físico-químics i el funcionalisme dels òrgans sensorials i observar com interaccionen entre ells. "El comportament de percebre s'estableix en base a regularitats o consistències en un organisme particular, aquest ja no reacciona, sinó que en funció d'aquella consistència s'anticipa en el temps i en el mode o espai a qualsevol canvi d'energia. Podem, en primera instància, descriure constàncies perceptives en el temps i l'espai, les quals són de gran interès per a la comparació de les habilitats i destreses motrius" (Roca, 1990, pp. 7-10). Anticipar-se en el temps o en el mode o tèmporo-espacialment significa que tots els moviments que participen en el comportament de l'equilibri són perceptius i el que caracteritza és la consistència (constància) de l'estimulació (primers aprenentatges posturals).

"D'altra banda, descrivim uns termes d'anticipació, respecte de consistències canviantes de forma contínua, fenòmens com anticipació coincident i d'altres percepcions com orientar-se i adaptar-se en l'espai, en definitiva el comportament perceptiu de l'equilibri, anomenat també configuració" (Roca, 1989, pp. 215-243).

L'equilibri del cos humà no s'estableix només físicament; són funcions dels centres coordinadors del moviment els que l'informen. *La verticalitat del cos és constantment rectificadora per les reaccions sensorials multimodals i reflexos posturals preexistents* i és la percepció la que realitza

l'orientació i adaptació del cos (a causa de la regularitat i consistència d'estimular).

Si descomponem la marxa en els seus instants diversos i considerem la posició del cos humà en cada un d'ells, veurem que en passar d'una posició a la següent, quan, per exemple, ens preparam per posar el peu o llancem el cos cap endavant, les reaccions sensorials multimodals i els reflexos posturals (comportament biològic) provoquen la relació complexa de variables temporals i modals que es puguin donar, configuració (comportament psicològic) que coneixem com a percepció de l'equilibri.

Comprenem també que sigui així ja que moure's és desplaçar el centre de gravetat, cosa que comportaria la caiguda si, prèviament les reaccions sensorials multimodals juntament amb els reflexos posturals i la percepció de l'equilibri no arriben a determinar la verticalitat corresponent del cos.

Per tant, hem d'admetre que "*la verticalitat mecànica del cos humà no és determinant*", i només és possible que aquesta verticalitat i la marxa es realitzin quan es produeixi una sensació i percepció de l'equilibri. A mesura que el cos es desplaça, es produeix la reacció motriu i sensorial, així com l'adaptació i l'orientació amb els reajustaments necessaris per mantenir la verticalitat.

La persistència de la percepció de l'equilibri i les reaccions sensorials multimodals en tots els moviments i a cada instant d'un moviment ens indiquen clarament que la innervació motora que equilibra el cos és una funció vital i que actua sobre la totalitat dels òrgans reactius.

En tot procés perceptiu existeix un conjunt de trets influents: color,

forma, pes, gust, determinat moviment, etc. i que són, entre d'altres els que coneixem com a indicis rectors fonamentals, prescindint dels índexs insubstancials i unificant aquests indicis rectors podem establir una hipòtesi del moviment a realitzar i reconeixem el moviment que adaptem i modifiquem en funció del preexistent i del real.

L'equilibri és un comportament motriu amb predominança perceptiva en el qual existeixen aquell conjunt de trets influents que permeten, unificant els indicis fonamentals, la modificació, l'adaptació i l'orientació del cos humà en l'espai. Aquests indicis que permeten les diferents opcions de moviment no han de ser gaire nombrosos, més aviat, amb pocs indicis es realitzen els moviments necessaris per mantenir l'equilibri. Aquesta percepció íntegra del comportament de l'equilibri sorgeix com a resultat d'una complexa labor analítico-sintètica, que destaca uns trets essencials i que en manté inhibits d'altres que no ho són i combina els detalls percebuts en un tot conscient. Aquestes situacions d'integritat de les diferents informacions multimodals (sentits), permeten l'adaptació i l'orientació del cos en l'espai romanent com a constants les lleis de la gravetat. És el que coneixem o denominem percepció de l'equilibri.

Podem arribar a interpretar que la sensació i la percepció poden considerar-se com una situació passiva de la realitat o com una situació passiva d'informació que arriba a l'organisme. Abans de tot, el procés d'informació no és de cap manera el resultat simple de l'excitació dels òrgans dels sentits ni el nou accés a l'escorça cerebral dels estímuls que sorgeixen en

els aparells perifèrics perceptors. En el procés de la percepció de l'equilibri sempre hi ha els components motors, el moviment, la motricitat i els diferents elements que reaccionen als diferents tipus d'energia (visió, audició, etc.). El procés perceptiu està relacionat amb les pautes de l'experiència anterior (història interactiva prèvia del subjecte). Així, les presentacions anteriorment formades, es relacionen i estan presents en el comportament actual i són en certa mesura condicionables per aquestes. També està relacionat amb la influència dels estats actuals, amb les idees d'abans i com a reflex d'aquestes, hi són presents en una situació determinada de la percepció. Aquesta relació també es fa extensiva als indicis substancials realitzant l'anàlisi síntesi tan necessària per a les modificacions constants de l'equilibri en l'ésser humà. Per últim, aquesta relació es realitza en la síntesi dels trets perceptibles del conjunt, totes les possibles variables de trets coneguts i que siguin perceptibles.

D'altra banda és molt important constatar que l'activitat perceptiva de l'equilibri mai s'ha de reduir a una modalitat orgànica sinó que inclou en la seva estructura el resultat d'una labor mancomunada de diversos òrgans dels sentits, en el procés del qual s'han integrat les representacions materialitzades en el subjecte.

En el procés perceptiu de l'equilibri, també és essencial la percepció de l'objecte: visió, profunditat, altura, base de sustentació. Ara bé, no és la percepció de l'objecte la més significativa del comportament de l'equilibri ja que el procés inclou la perceptibilitat del moviment de l'ésser humà en l'espai amb la seva orientació i

adaptació a aquest i com a base d'aquesta percepció, la percepció del cos. Podem significar la importància d'aquesta perceptibilitat del moviment i de l'objecte ja que en certa mesura ho són també de la percepció de l'equilibri.

Tanmateix, cal tenir en compte que la percepció de l'equilibri humà té diverses peculiaritats dins del seu caràcter actiu i complex.

La primera peculiaritat de la percepció és el "seu caràcter actiu mediatitzat" (Luria, 1978, pp. 57-67). Aquesta característica transferida al comportament de l'equilibri, té un significat que ve molt mediatitzat pels coneixements anteriors de l'home en el seu desenvolupament ontogenètic, cristallitzats en base a l'experiència anterior i constitueix en si una complexa activitat analítico-sintètica, que inclou la creació d'hipòtesis sobre l'objecte o el moviment percebut i si l'objecte o moviment percebut correspon a aquesta hipòtesi.

La segona peculiaritat de la percepció (Luria, 1978, pp. 57-67) és el seu caràcter objectiu i generalitzat. L'home no només percep el conjunt d'indícis que li arriben, sinó que també objectiva aquest conjunt com un moviment determinat sense limitar-se a establir-ne particularitats individuals, però referint-lo a un determinat tipus d'equilibri en translació-rotació estàtica.

Aquest caràcter generalitzat de la percepció de l'equilibri evoluciona amb l'edat i el desenvolupament intel·lectual, i es fa cada cop més nítid i reflecteix el moviment percebut cada cop més a fons, amb els trets que caracteritzen el moviment i dels nexes i relacions que s'estableixen.

La tercera peculiaritat de la percep-

ció de l'equilibri humà consisteix en la seva permanència i fiabilitat (Luria, 1978, pp. 57-67). A través de l'experiència amb un determinat moviment tenim una informació força exacta quant a les seves propietats fonamentals (velocitat, desplaçament de les parts del cos, distribució dels diferents pesos del cos, etc.). Aquest coneixement anterior del moviment s'uneix a la seva percepció directa i la fa més constant o permanent i inseureix a més una certa modificació a les singularitats que pot adquirir aquesta percepció en condicions canviants pròpies de tot tipus de comportament d'equilibri.

Una altra peculiaritat de la percepció humana radica en la seva mobilitat i manejabilitat. La percepció humana s'orienta i adapta a un fenomen mòbil, aquestes singularitats del fet perceptiu depenen en alt grau del paper que en l'activitat perceptiva desenvolupa l'experiència pràctica del subjecte. La percepció correcta de l'equilibri no depèn exclusivament de la precisió amb la qual funcionen els nostres òrgans dels sentits, sinó també de moltes circumstàncies essencials. Entre aquestes figuren: l'experiència anterior del subjecte, el nombre d'assajos, el temps d'assaig, l'organització de la tasca que es planteja en realitzar el moviment, el caràcter dinàmic de l'activitat *receptora*, la integritat dels moviments actius que componen l'estructura de l'activitat perceptiva, la facultat d'interrompre a temps les conjectures sobre l'entitat del moviment perceptible, quan aquestes no harmonitzen amb la informació rebuda, inhibició, etc.

Definim la conducta psicològica de l'equilibri com un comportament perceptivo-motriu que apareix davant de



determinats indicis o peculiaritats per una estimulació variable que produeix com a resposta l'anticipació i orientació en l'espai (configuració).

S'estudia en biomecànica el conjunt de forces i resistències que corresponen a un estat d'equilibri, però el responsable de l'orientació i de l'adaptació que les utilitza i combina de manera que l'equilibri s'estableixi és de naturalesa psicològica.

¿Com han de combinar-se els elements físics del cos, cada un d'ells ocupant el lloc que li convé, perquè el cos estigui en equilibri mecànic, biològic i psicològic, en definitiva, l'equilibri en bipedestació de l'home? Perquè el cos humà mantingui l'equilibri en certa posició, sota la sola acció de la gravetat, cal, i n'hi ha prou, que el resultat del pes de les seves parts, resultat dirigit seguint una vertical, caigui en l'interior de la seva base de recolzament. Si per la variació dels pesos parcials el resultat arriba a caure fora d'aquesta base, l'equilibri del sistema es trencarà, si no es neutralitzen els efectes de la variació d'aquest pes per la percepció de l'equilibri. Així mateix pot neutralitzar els efectes per mitjà de la innervació muscular o conducta biològica per dos procediments diferents: compensant la variació del pes per una variació exactament contrària (modificant l'actitud del cos) o desenvolupant una contracció muscular antagonista, el poder de la qual sigui precisament igual al que correspon a la variació de pes considerat.

Segons el que hem comentat, podem dir que la percepció de l'equilibri són les reaccions sensorials multimodals que propicien les percepcions que realitzen les distribucions dels pesos en el cos. A partir d'un estat d'equilibri,

la variació de cada una de les parts del cos és compensada o per una nova variació que li fa de contrapès o per una contracció muscular equivalent a un contrapès i per tant mesurable mecànicament.

Empíricament, aquestes afirmacions es demostren d'una manera més clara a mesura que la base de recolzament es fa més petita. Quan vulguem recolzar-nos sobre la punta del peu, sense estar educats per aquest exercici, es trenca l'equilibri, ja que no sabem distribuir el pes ni posar en marxa les contraccions musculars equivalents de tal manera que la vertical del seu centre de gravetat passa pel punt de recolzament, però quan després de repetits assajos, hem après a mantenir-nos en aquesta posició d'equilibri la percepció d'equilibri és tan clara i segura com la del funambulista.

El funambulista que es manté sobre un fil d'acer ens demostra que el cos humà és comparable a una balança ja que de la mateixa manera que la sensibilitat d'aquest instrument augmenta amb l'agudesia del punt de recolzament, l'equilibri del cos humà arriba a ser el resultat d'una perfecta distribució de pes i dels efectes musculars a mesura que la base de recolzament s'ordena.

"Una forma d'explicar la percepció de l'equilibri utilitza les resistències externes per equilibrar el cos reduint-lo en una funció de pes" (Turró, 1908, pp. 37-45). En efecte, el subjecte inclina el cap i el tronc i descentra cert pes de la base de recolzament, pot recolzar la mà sobre un objecte exercint-hi una pressió més o menys gran segons el pes descentrat, en lloc de desenvolupar una energia antagonista o de carregar un pes igual en el sentit oposat. D'aquí, observem que en

exercir una tracció sobre aquest objecte, el cos pren una actitud equilibrada tal que aquesta tracció avaluada en funció del pes és igual al pes del cos que cau fora de la base de recolzament; si aquesta resistència externa fos suprimida de sobte, el cos seria desequilibrat per una força que li seria equivalent. La sensació de l'esforç aplicat a una resistència externa només és mesurable amb la condició *que es desenvolupi al mateix temps i en sentit contrari una força equivalent compensadora, d'apreciació interna d'aquests dos factors resulta la sensació de pes*. D'aquí es mostra que la "consciència" pesa els objectes utilitzant el cos humà com a balança" (Turró, 1908, pp. 37-45).

"La percepció de l'equilibri, organitzat per l'experiència, posseeix la preintuïció dels pesos que seran descentrats de la seva base de recolzament i prevé els seus efectes" (Turró, 1908, pp. 37-45). Quan hom camina sobre un rail de ferrocarril, l'equilibri es pertorba fàcilment ja que hom no està acostumat a caminar sobre una base de recolzament tan estreta, però no obstant, abans que l'efecte mecànic sobrevingui, el subjecte dóna compte del quàntum de pes descentrat, i a vegades percep que només li caldria recolzar-se molt lleugerament amb les mans sobre alguna cosa o algú per recuperar l'equilibri. Quan amb assajos repetits aprèn a mantenir l'equilibri desitjat sense necessitat de contactes, es troba en el cas del funambulista, que distribueix amb una precisió admirable el pes de les diferents parts del cos.

En les situacions de risc, la percepció de l'equilibri es realitza amb una agudesia extraordinària i les quantitats de pes del cos que es descentren de la

teoria i metodologia



Marta Cantón

base de recolzament s'estimen amb grams i només cal una dèbil resistència per recuperar l'equilibri.

En definitiva: de la mateixa manera que els ulls reaccionen davant l'energia lluminosa, el gust davant les qualitats sàpides, els òrgans sensorials multimodals i, en major grau, els propioceptius, vestibulars i visió, segons els casos, reaccionen i perceben la distribució del pes del cos humà, cosa que coneixem com a sensació i percepció de l'equilibri.

"No és admissible que les reaccions sensorials multimodals que propicien la percepció de l'equilibri responen a l'activitat autòctona dels centres nerviosos superiors: la hipòtesi que atribueix a les neurones centrals la propietat de reaccionar independentment de l'excitació perifèrica està en desacord amb els fonaments mateixos de la ciència" (Turró, 1908, pp. 37-45). Les reaccions sensorials multimodals que es presenten amb regularitat i consistència i que intervenen en la percepció de l'equilibri, compensen amb exactitud el pes descentrat per prevenir la ruptura de l'equilibri, això només pot produir-se perquè coneix el valor d'aquest pes; aquesta "adaequatio rei" pressuposa la transmissió perifèrica de la mateixa manera que la conformitat de les nostres percepcions visuals amb les qualitats lluminoses dels objectes pressuposa un sentit que les rep. Observem, per tant, que quan el cap és descentrat d'un quàntum de 5 grams, compensa aquesta acció amb una quantitat igual a 5 grams. Alguna cosa acusa en el sensorium el pes descentrat, alguna cosa determina la seva reacció motora i el seu quàntum.

Si bé els canvis que es produeixen en la distribució dels pesos i el quàntum



exacte de la modificació semblen ser l'objecte d'estudi, ¿com es poden arribar a mesurar cada un d'aquests pesos, tenint en compte la quantitat enorme de distribució de pesos que entren en joc cada vegada que es produeix un comportament d'equilibri? A més, si tenim en compte que un comportament tònic o cinètic del cos produeix agonisme i antagonismes muscular nombrosos, ¿quants comportaments d'equilibri es produiran quan el subjecte està en translació i/o rotació? La resposta lògica és que tan nombrosos com combinacions es puguin donar en cada un dels elements per elementals que siguin i aquestes combinacions determinaran els comportaments d'equilibri.

Però no hi ha dubte que es poden utilitzar diverses formes de mesurar l'equilibri i per mesurar aquesta distribució de pesos calen tants elèctrodes com musculatura implicada i es quantifiquen mitjançant una plataforma de forces per tal d'obtenir uns resultats objectius i puntuals. Però de moment ens trobarem davant del mateix problema, el mesurament serà puntual i de cap manera generalitzable. Només permetrà conèixer una minúscula part de l'equilibri en el temps i en el mode.

Un cop realitzada la conceptualització del problema i tenint en compte que al comportament de l'equilibri en subjectes en edat escolar i subjectes en els quals es puguin detectar possibles talents esportius li correspon una àrea concreta d'aplicació que és la motricitat perceptiva, només ens resta intervenir des d'una perspectiva en què puguem mesurar les diferents dimensions de l'equilibri amb la combinació dels paràmetres o morfologies que ens possibiliten des d'un punt de

vista de la praxi educativa i de l'alt rendiment esportiu quantificar la motricitat perceptiva multicomportamental de l'equilibri.

Cap a un model d'aplicació

Són múltiples i diverses les raons per conèixer les possibilitats de l'equilibri en l'ésser humà. Entre elles destaquem aquelles que s'aproximen a l'àrea de coneixement, motricitat. És important per a tots nosaltres que el comportament sensorioreació (c. biològic), perceptiu (c. psicològic) i biomecànic (c. físic), són tres models d'interpretar la realitat d'un mateix fet, però aquesta realitat sempre es dona en interacció i sense un d'elles no es produiria tal i com la coneixem. Estem doncs davant d'una proposta d'interrelació, en definitiva, una interdisciplinarietat del comportament motriu de l'equilibri, d'aquí que la seva descripció es realitzi des d'aquestes tres perspectives. Quines són les aplicacions d'aquest comportament? En primer lloc, tots els subjectes en el seu desenvolupament ontogenètic assoleixen d'una manera o altra uns rendiments en el comportament de l'equilibri que vénen determinats pel seu desenvolupament individual. Són objecte d'estudi tots els subjectes de la població escolar en els quals els rendiments d'equilibri com conducta biològica, psicològica i biomecànica poden arribar a desenvolupar o bé a condicionar o limitar la seva evolució motriu i posteriorment no assolir uns hàbits motrius adequats (població escolaritzable). En segon lloc, en tots els subjectes que realitzin activitats esportives d'alt rendiment esportiu. Segons l'especialitat, pot considerar-

se com a criteri per determinar les seves possibilitats, o sigui, l'equilibri, el comportament motriu, pot ser utilitzat com un criteri més discriminador per a la detecció precoç de talents esportius.

En tercer lloc, és conegut pels estudiosos de la motricitat, (Da Fonseca, 1988, pp. 35-47; Cratty, 1982, pp. 99-126) que el comportament de l'equilibri en persones amb algun tipus de minusvalies, especialment perceptivo-motrius entre d'altres, té una característica molt significativa i que la seva valoració i posterior performance contribueix a una millora substancial de la motricitat global dels subjectes afectats.

Coneguts els àmbits d'aplicació en l'àrea de coneixement de la motricitat, la qüestió següent és realitzar la valoració de les dimensions de l'equilibri.

Les diferents combinacions que poden donar-se en l'equilibri humà són tantes com posicions en l'espai l'ésser humà sigui capaç d'atènyer. Per això, l'intent de quantificar i objectivar les possibles dimensions de l'equilibri és una utopia.

Tanmateix, a través d'una anàlisi de les diferents conductes: biològica, psicològica i biomecànica, sabem que hi ha uns elements d'anàlisi i paràmetres que ens ajuden a poder quantificar, si no exactament, per la complexitat abans comentada, sí amb una relativa aproximació la valoració de les dimensions de l'equilibri humà.

Sabem que el comportament humà de l'equilibri està mediatitzat per les lleis de la gravetat. Aquestes són lleis físiques que sempre estaran limitant qualsevol situació motriu, per tant, també el comportament perceptivo-motriu de l'equilibri en l'ésser humà.

També sabem que l'ésser humà té característiques diferencials respecte a d'altres éssers vius en el procés final de la filogènesi de la motricitat. L'ésser humà, dins dels éssers humans més evolucionats, es caracteritza per la seva bipedestació i per la marxa en bipedestació. Per això, realitzem la consideració que aquesta posició en l'espai és una condició generalitzable a l'ésser humà i per tant també per a l'objecte d'aquest estudi. Si bé els comportaments d'equilibri en bipedestació, sigui tònic o cinètic, són els més utilitzats pels éssers humans, no són els únics però sí són els més interessants en la seva ontogènesi i el rendiment que es pot assolir durant la mateixa, pel fet de ser generalitzables en l'ésser humà i així mateix en ser utilitzats comunament en els desplaçaments diaris fan de la bipedestació un comportament d'equilibri prioritari per a la seva anàlisi.

Tota l'argumentació ens ajuda a plantejar que la bipedestació, igual que les lleis de la gravetat, és una condició a la qual l'ésser humà no pot sotraure's.

Independentment d'aquestes condicions del comportament de l'equilibri en l'ésser humà, per possibilitar la valoració de les diferents dimensions de l'equilibri cal, per metodologia de l'estudi, prioritzar quins comportaments d'equilibri són els més adequats per a la seva anàlisi. En una observació de les conductes, hauríem d'analitzar les conductes biològiques, conductes biomecàniques i per fi les conductes psicològiques, però això, més que simplificar la feina produiria una major complexitat i tenint en compte la intencionalitat de l'estudi no solucionaria el problema. D'altra banda, independentment de la seva

complexitat hem d'abordar en extensió els diferents models d'interpretar el comportament de l'equilibri. Això ens conduirà a una possible i puntual descripció del comportament de l'equilibri i també a una valoració més concreta d'aquest, però difícilment seria un model d'aplicació.

Considerem que no és l'única forma de descriure el comportament de l'equilibri i d'altra banda són mètodes de valoració excessivament analítics que proporcionen objectivitat, validesa i fiabilitat molt alta, però denoten, tanmateix, una aplicació molt restrictiva perquè només poden ser aplicats al laboratori.

Hi ha unes altres possibilitats per valorar el comportament de l'equilibri. Les que més s'adiuen són les combinacions de paràmetres o morfologies (òrgans dels sentits, acceleració, desacceleració, etc.), la proposta de paràmetres per analitzar, un cop realitzades les observacions són les següents: visió, no visió, visió parcial, audició, no audició, interferència de l'audició, a dalt, a sota, endavant, endarrere, lateral, sense desplaçament, acceleració, desacceleració, rotació, un recolzament, dos recolzament i sense recolzament. Hi ha altres possibles paràmetres com: base de sustentació variable, temperatura, sense gravetat, amb mòbils, etc., però considerem que augmentaria el nombre d'equilibris i no serien fonamentals ni generalitzables per a tots els éssers humans, sinó més aviat per a situacions determinades.

Si realitzem les combinacions possibles entre cada un dels paràmetres exposats, els comportaments d'equilibri que es manifesten són excessivament nombrosos; llavors eliminem, per metodologia del treball, no audicions, in-

terferència de l'audició, 1 recolzament i 2 recolzaments, sense recolzament, no perquè considerem que no tenen importància, sinó perquè en el conjunt de paràmetres n'hi ha d'altres més influents per realitzar les combinacions i a més contribueixen en major grau a l'orientació i adaptació de l'equilibri, així com també els dos recolzaments, les sustentacions mitjançant els dos peus, és la forma comuna anteriorment comentada que en major grau és realitzada per l'ésser humà. Un cop limitades les possibles combinacions en combinar els paràmetres elegits determinem un total de 39 comportaments motrius d'equilibri.

Aquests comportaments d'equilibri són les respostes motrius que analitzarem i a més determinaran els ítems de valoració de les dimensions de l'equilibri en l'ésser humà, segons els criteris exposats.

Aquests comportaments estan en base a un criteri d'utilització predominant per l'ésser humà i a un segon criteri de generalització ja que el realitzen tots els éssers humans: és la bipedestació i el desplaçament en bipedestació (2 recolzaments), com el comportament d'equilibri més utilitzat i per descomptat generalitzat. Tot i així, les possibilitats queden també condicionades per un tercer criteri que és el criteri de normalització de l'home quant a l'audició normal, sense realitzar una combinació d'aquest sentit, ja que la no audició i la interferència de l'audició, si bé són importants no ho són tant com la visió, propiocepció i funció vestibular per al manteniment de l'equilibri" (Brunas-Marellly, 1985, pp. 140-145). El quart criteri d'utilització és la visió i les seves opcions diverses (no visió, visió parcial) per la importància que té



aquest sentit en el comportament de l'equilibri. Si bé també en tenen els altres sentits, no en tenen tant com la visió. Definim el model d'aplicació com el comportament motriu en bipedestació tònic i cinètic, més freqüentment utilitzat i generalitzat, que combina els paràmetres (òrgans dels

sentits; visió, propiocepció, funció vestibular, audició i els diferents moviments; endavant, endarrere, etc.), obtenint unes respostes motrius que denominem fonamentals per dimensionar les diferents possibilitats d'equilibri. El desenvolupament d'aquest model d'aplicació i les seves perspectives és

una proposta complexa, però limitada per una sèrie de criteris, que no han de ser únics sinó més aviat ens ofereixen la possibilitat d'obertura, però per organització metodològica se simplifiquen. La continuació i perspectiva d'aquesta proposta serà motiu d'un altre article.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNAS, R.; MARELLI, E., *Sistema vestibular y trastornos oculomotores*, Ateneo, Buenos Aires, 1985, pp. 148-160, 140-145.
- CRATTY, B.J., *Desarrollo perceptual y motor en los niños*, Paidós, Buenos Aires, 1982, pp. 99-126.
- DA FONSECA, V., *Ontogénesis de la motricidad*, Núñez Editor, Madrid 1988, pp. 35-47.
- FRAISSE, P.; PIAGET, G., *Sensación y motricidad*, Paidós, Buenos Aires, 1972.
- KANTOR, J.R., "Perceiving as a science and as a traditional dogma", *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, núm. 6, 1980, pp. 3-16.
- LURIA, A., *Sensación y percepción*, Breviarios de Conducta humana, núm.6, Fonanella, Barcelona, 1978, pp. 18-30, 57-67.

- PLAS, F.; VIEL, E.; BLANC, Y., *La marcha humana. Cine-siología dinámica, biomecánica y patomecánica*, Masson, S.A., Barcelona, 1984, pp. 4-7.
- ROCA, J., *Formas elementales de comportamiento*, Trillas, Mèxic, 1990, pp. 215-243.
- ROCA, J., "La educación psicofísica", *Apunts, Educació Física y Deportes*, núm. 20, 1990, pp. 7-10.
- ROSARIO, A., *Medicina aeronáutica para pilotos*, Summaas, Madrid, 1983, pp. 49-52.
- SIMONS, E.L., *Primate evolution. An introduction to man's place in nature*, Ed. The Mac.Millan. Physical Antropology, Nova York, 1972, pp. 10-28.
- TURRÓ, E., "Psychologie de l'équilibre du corps humain", *Revue de Philosophie*, París, 1908, pp. 37-45.